ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ТЕЛЕВИДЕНИЮ И РАДИОВЕЩАНИЮ

Всесоюзный институт повышения квалификации
работников телевидения и радиовещания

А. В. НИКОНОВ

ЗВУКОРЕЖИССЕРСКИЕ МИКШЕРНЫЕ ПУЛЬТЫ

(Учебное пособие)

Москва — 1986

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ТЕЛЕВИДЕНИЮ И РАДИОВЕЩАНИЮ

Всесоюзный институт повышения квалификации
работников телевидения и радиовещания

А.В.Никонов

ЗВУКОРЕЖИССЕРСКИЕ МИКШЕРНЫЕ ПУЛЬТЫ

/Учебное пособие/

Москва - 1986

ПРЕДИСЛОВИЕ

С 1971 года во Всесоюзном институте повышения квалификации работников Гостелерадио СССР (ВИПК) регулярно проходят курсы обучения специалистов по звуковой технике со всех радиодомов и телецентров Советского Союза. Это инженерно-технические работники (ИТР) радиовещания и звукозаписи, ИТР стереофонического радиовещания и звукозаписи, ИТР кинопроизводства по звуковому оборудованию и звукозаписи. С 1978 года повышение квалификации без отрыва от производства проходят ИТР по звуковому оборудованию и звукозаписи Телевизионного технического центра им. 50-летия Октября (ТТЦ). Периодически повышают свою квалификацию в ВИПК специалисты Государственного Дома радиовещания и звукозаписи (ГДРЗ), звукорежиссеры республиканских и местных комитетов. В несколько сокращенном виде, в основном путем изучения главных направлений и современных тенденций развития звуковой техники аппаратно-студийных комплексов радиодомов и телецентров, особенностей построения нового звукового оборудования, методов аналоговой и цифровой обработки сигналов, рассматриваются вопросы звукотехники с директорами и главными инженерами РТЦ, также периодически занимающимися в ВИПК.

Опыт работы автора настоящего учебного пособия, ведущего педагогическую деятельность в ВИПК с марта 1971 года со всеми указанными выше категориями слушателей, показывает, что начинать выпуск учебных пособий по звукотехнике целесообразно с рассмотрения звукорежиссерских микшерных пультов, являющихся наиболее важными и сложными устройствами, использующимися в радиодомах и на телецентрах страны при подготовке программ звукового вещания.

В настоящем учебном пособии рассматриваются микшерные пульты только последнего, третьего поколения, еще не освещенные в технической литературе. Это прежде всего звуковая аппаратура серии "Перспектива" отечественного производства, а также микшерные пульты серий "ФИТ-ИС" производства завода БЕАГ (ВНР) и ESJ– ESQ производства народного предприятия ТЕСЛА-Электроакустика (Братислава, ЧССР). Первые образцы этой аппаратуры уже установлены в Москве, некоторых республиканских центрах, в Петрозаводске, Донецке, Майкопе и других городах страны. Именно этим оборудованием в ближай-

шие годы будут оснащаться все радиодома и телецентры Советского Союза.

В книге приводится состав основного технологического звукового оборудования "Перспектива", "ФИТ-ИС" и "ESS-ESQ", рассматриваются структурные схемы и особенности построения частотных корректоров, ручных и автоматических регуляторов уровня, микрофонных, промежуточных и линейных усилителей, измерителей уровня, приводятся нормы и методика измерения основных параметров качества оборудования.

Автор выражает благодарность специалистам Гостелерадио СССР Т.Я.Чада и В.Н.Соколову (ГПТУ), к.т.н. Д.П.Бриллиантову (ВИПК), В.В.Монахову и В.В.Чурилину (ВНИИТР), М.М.Шнолю и В.Ф.Есакову (ГДРЗ), Н.Б.Айзенберг и А.А.Суркову (ТТЦ) за помощь в работе при подготовке рукописи. Особую признательность автор выражает рецензентам О.П.Юсицкову и И.Г.Кудрину за критические замечания и полезные советы, а также к.т.н. В.И.Щербине.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АПБ – аппаратно-программный блок;
АРУР – автоматический регулятор уровня;
АСБ – аппаратно-студийный блок;
АСК – аппаратно-студийный комплекс;
АЦ – центральная аппаратная;
АЧХ – амплитудно-частотная характеристика;
БЕАГ – Будапештский электроакустический завод;
ВМ – видеомагнитофон;
ВНИИРПА – Всесоюзный научно-исследовательский институт радиовещательного приема и акустики им. А.С.Попова;
ВНИИТР – Всесоюзный научно-исследовательский институт телевидения и радиовещания;
ГДРЗ – Государственный Дом радиовещания и звукозаписи;
ГПТУ – Главное производственно-техническое управление Гостелерадио СССР;
ИУ – измеритель уровня;

МАГ - магнитофон;
РВ - радиовещание;
РТЦ- радиотелецентр;
ТВ - телевидение;
ТО - техническое описание;
ТТЦ- Телевизионный технический центр им.50 лет.Октября;
ТУ - технические условия;
ФИТ- флексибильно-интегрированная техника;
ФИТ-ИС- флексибильно-интегрированная техника на интегральных схемах

ВВЕДЕНИЕ

Радиовещание и телевидение играют исключительно важную роль в социально-политической, идеологической, экономической и культурной жизни советского общества. Радио и телевидение являются могучими средствами идейно-политического и художественного воспитания трудящихся, важным фактором формирования общественного мнения и организации досуга советских людей [I,2].

Коммунистическая партия постоянно уделяет большое внимание развитию и совершенствованию советского радиовещания и телевидения. В материалах "Основные направления экономического и социального развития СССР на I98I-I985 годы и на период до I990г.," утвержденных ХХУI съездом КПСС, определены перспективы развития телевидения и радиовещания. Намечено дальнейшее развитие цветного телевидения и стереофонического радиовещания, а также дано указание "шире использовать искусственные спутники Земли для организации многопрограммного телевидения и радиовещания".

С учетом этих тенденций развития все новое студийное звуковое оборудование выполняется стереофоническим [2I].

В соответствии с планом научно-исследовательских работ стран - членов СЭВ были изучены и систематизированы состав и структура звуковых трактов радиодомов и телецентров [3]. Краткая характеристика студийного оборудования первого и второго поколения дана также в [4, 6,I2,I4,I7]. За прошедшее с тех пор десятилетие в оснащении радиодомов

и телецентров Советского Союза произошли коренные изменения: осталось мало лампового оборудования, которое называется оборудованием первого поколения. В большинстве радиотелецентров эксплуатируется транзисторное оборудование второго поколения отечественного производства, а также производства ВНР, ЧССР и некоторых других стран[21].

В конце 70-х годов разработано звуковое оборудование третьего поколения на интегральных микросхемах и началось переоснащение радиодомов и телецентров страны. При этом в основном внедряется студийная аппаратура трех серий[10, 13, 16, 18 - 26]:

- "Перспектива" разработки ВНИИРПА (Ленинград, СССР);
- "Фит-ИС" производства завода БЕАГ (Будапешт, ВНР);
- "ESS-ESQ" производства народного предприятия ТЕСЛА-Электроакустика (Братислава, ЧССР).

За разработку и внедрение комплекса нового поколения современной типовой студийной аппаратуры серии "Перспектива" группе специалистов, в том числе Г.З.Юшкявичюсу, В.М. Палицкому, М.М. Зимневу, И.А.Росселевичу, В.Т.Есину и др., присуждена Государственная премия СССР 1982 года в области науки и техники.

Основными устройствами, входящими в состав современных звуковых трактов радиодомов и телецентров, являются: микрофоны, магнитофоны, дикторские пульты, микшерные пульты записи, перезаписи, монтажа, вещательные микшерные пульты, пульты АЦ, частотные корректоры, автоматические регуляторы уровня, ревербераторы, измерители уровня, акустические контрольные агрегаты и др.

Наиболее сложные устройства АСК радиодомов и телецентров - это звукорежиссерские микшерные пульты. Несмотря на сложность микшерных пультов и наличие большого количества последовательно включенных блоков, пульты отличаются высокими параметрами качества: диапазон звуковых частот составляет 30-15000 Гц, неравномерность АЧХ не превышает ± 0,5 дБ, коэффициенты гармоник и разностного тона не превышают 0,3%, уровень шумов менее -70 дБ. Все современные микшерные пульты позволяют осуществлять стереофонические звукозаписи.

Основным устройством нового отечественного оборудования

серии "Перспектива" является звукорежиссерский микшерный пульт П-62 [16,19,22-25]. Он имеет 20 универсальных входов (низкого и высокого уровня), 8 групповых и 6 выходных трактов.

Разработчиками предусмотрено преобразование пульта П-62 в более сложный пульт П-71. Для этого к пульту П-62 с левой стороны крепится приставка ПР-4, увеличивающая число входов пульта с 20 до 32, а с правой стороны крепится приставка связи ПР-3.

Комплекс звукового оборудования серии ФИТ-ИС впервые был опробован в АСК-3 ТТЦ во время Олимпиады-80 в Москве, где успешно прошел все испытания [12,17,18]. Это прежде всего микшерные пульты РКС-101,РКС-101/В,РКС-102 и РКС-105, комментаторское оборудование, а также магнитофоны STM-600. Затем оборудование ФИТ-ИС было дополнено разработчиками теми устройствами, которые были не нужны при организации передач с Олимпиады-80, но нужны для комплексного оснащения радиодомов: музыкальные пульты записи РКС-103 с 12 входами, РКС-104 с 24 входами, РКС-108 с 30 входами, РКС-110 с 36 входами, речевой пульт РКС-112 с 4 входами (усовершенствованный вариант пульта РКС-102) и др. В состав оборудования ФИТ-ИС входят также пульт диктора РВС-101, вещательный микшерный пульт РКС-106, вещательная стойка - КЕС-115, центральный пульт управления РАА-104, стереофонические магнитофоны STM-610 и др.

Новое оборудование ФИТ-ИС при тех же габаритах, что и оборудование второго поколения серии ФИТ, обеспечивает большее количество трактов в пультах, предназначенных для подготовки радиопередач крупных художественных форм, а также проведения стереофонических и многоканальных записей. Комплекс оборудования предусматривает дистанционное управление коммутацией источников и потребителей программ [13].

Новое звуковое оборудование серии ESS-ESL для оснащения радиодомов Советского Союза и других стран начало выпускаться народным предприятием ТЕСЛА-Электроакустика [10,26]. Дополнительно к ранее выпускаемым микшерным пультам ESS-062, ESS-106, ESS-136, ESS-186 и ESS-2010 разработаны 3 новых сложных микшерных

пульта:
- ESS-1808 с 18 входными и 8 выходными трактами;
- ESQ-2228 с 18 входными, 12 групповыми и 12 + 24 выходными трактами (пульт моно-стерео-квадро);
- ESQ-4036 с 18х2 входными,12 групповыми и 12 + 24 выходными трактами (также пульт моно-стерео-квадро).

Звукорежиссерские микшерные пульты ESS-ESQ нового поколения строятся по новой конструкции, названной системой АЛМЕС.

Рассмотрим общие вопросы построения каналов и трактов звукового вещания и перейдем затем к более подробному рассмотрению звукорежиссерских микшерных пультов из серий "Перспектива", "ФИТ-ИС" и "ESS-ESQ".
Причем, в связи с ограниченным объемом рукописи в этом учебном пособии, основное внимание будет уделено аппаратуре "Перспектива". Другие микшерные пульты предполагается рассмотреть в следующем учебном пособии - "Стереофонические микшерные пульты".

Глава I. ПАРАМЕТРЫ КАНАЛОВ И СИГНАЛОВ ЗВУКОВОГО ВЕЩАНИЯ

I.I. Структура каналов и трактов звукового вещания.

Электрический канал звукового вещания представляет собой совокупность технических средств, при помощи которых электрические сигналы звукового вещания передаются с выхода микрофона или другого источника до антенны передатчика или абонентской розетки проводного вещания. Это определение взято из ГОСТ 11515-75 [7], который является основополагающим нормативным документом, определяющим структуру каналов звукового вещания и их параметры.

Из этого определения видно, что в понятие "канал" по ГОСТ 11515-75 входят не все устройства, влияющие на качество звучания радиовещательных и телевизионных передач. За пределами нормируемого канала остаются источники программ (микрофоны, магнитофоны, видеомагнитофоны и др.) и приемные устройства (радиоприемники, телевизоры, абонентские громкоговорители проводного вещания), а также ненормируемым остается "эфир".

При разработке ГОСТ 11515-75 была сделана попытка считать началом канала не выход микрофона или магнитофона, а их вход. Однако пока она не увенчалась успехом. Считать микрофон началом электрического канала нельзя, так как на его входе сигнал не электрический, а акустический.
Поэтому хотя микрофоны фактически входят в канал звукового вещания, они относятся к независимой самостоятельной единице, называемой источником программ. На микрофоны имеются отдельные ГОСТы, нормирующие их параметры и методику испытаний. Магнитофон формально проще ввести в состав сквозного электрического канала звукового вещания. Хотя информация хранится в нем на магнитной ленте, но на его вход сигнал при записи подается электрический, и при воспроизведении сигнал на выходе получается также электрический. И все же это тоже только источник сигнала. Правда, первичным источником всегда является микрофон. Магнитофон является вторичным источником, магнитная фонограмма на котором получается от первичного источника при записи высококвалифицированным специалистом - звукорежиссером.

Источник всегда должен обеспечивать высокое качество звучания. Не следует забывать, что магнитные фонограммы часто подготавливаются путем многократной перезаписи (при монтаже) и что при каждой такой перезаписи качество ухудшается. Поэтому многократной перезаписью не следует увлекаться. О роли магнитофонов можно судить также по тому, что около 90% передач на радио и телевидении идет в настоящее время в записи.

Приемные устройства не введены в состав нормируемого канала звукового вещания по другой причине. Канал звукового вещания охватывает ту часть сквозного канала "источник-потребитель", которая находится в ведении Гостелерадио и Минсвязи СССР и на качественное состояние которой эти ведомства в состоянии оказывать непосредственное влияние. Радиоприемники , телевизоры, абонентские громкоговорители находятся у потребителей, которые в зависимости от своих запросов и возможностей приобретают приемное устройство того или иного класса и получают соответствующее качество звучания передач. На приемные устройства также существуют соответству-

ющие ГОСТы.

Наконец, естественно, не введен в ГОСТ 11515-75 "эфир", так как его состояние не зависит от наших пожеланий.
Итак, канал начинается на выходе источника, а точнее на входе микшерного пульта, и заканчивается на выходе передатчика. В соответствии с ГОСТ 11515-75 канал делится на 3 составных тракта (рис.1.1а):
- тракт формирования программ ТФП;
- тракт первичного распределения программ ТПРП;
- тракт вторичного распределения программ ТВРП.

По определению, приведенному в ГОСТ 11515-75, тракт формирования программ - это та часть электрического канала звукового вещания, которая начинается на выходе источника (микрофона, магнитофона, видеомагнитофона, кинопроекционной, внешней линии) и заканчивается на выходе центральной аппаратной (АЦ). Таким образом видно, что в тракт формирования программ входит основное звуковое оборудование радиодомов и телецентров, находящихся в ведении Гостелерадио СССР.

Тракт первичного распределения программ в простейшем случае представляет собой соединительную линию от радиодома (телецентра) до передатчика. В наиболее сложный ТПРП входят коммутационно-распределительные аппаратные, междугородные кабельные, радиорелейные и спутниковые каналы, соединительные линии и т.д. Соединительная линия, которая выходит из радиодома (телецентра), также относится к ТПРП. Часто именно ТПРП вносит основную долю искажений и помех, ухудшающих качество звучания передач.

Тракт вторичного распределения программ представляет собой часть канала, предназначенную для передачи программ непосредственно к потребителям. ТВРП имеет две разновидности: передатчик и сеть проводного вещания. Тракты ТПРП и ТВРП находятся в ведении Минсвязи СССР.

Рассмотрим обобщенную структурную схему ТФП, приведенную на рис.1.1б. Как видно из схемы, ТФП состоит из четырех типов аппаратных: студийная аппаратная записи СА (на телевидении эта аппаратная вместе со студией носит название аппаратно-студийного

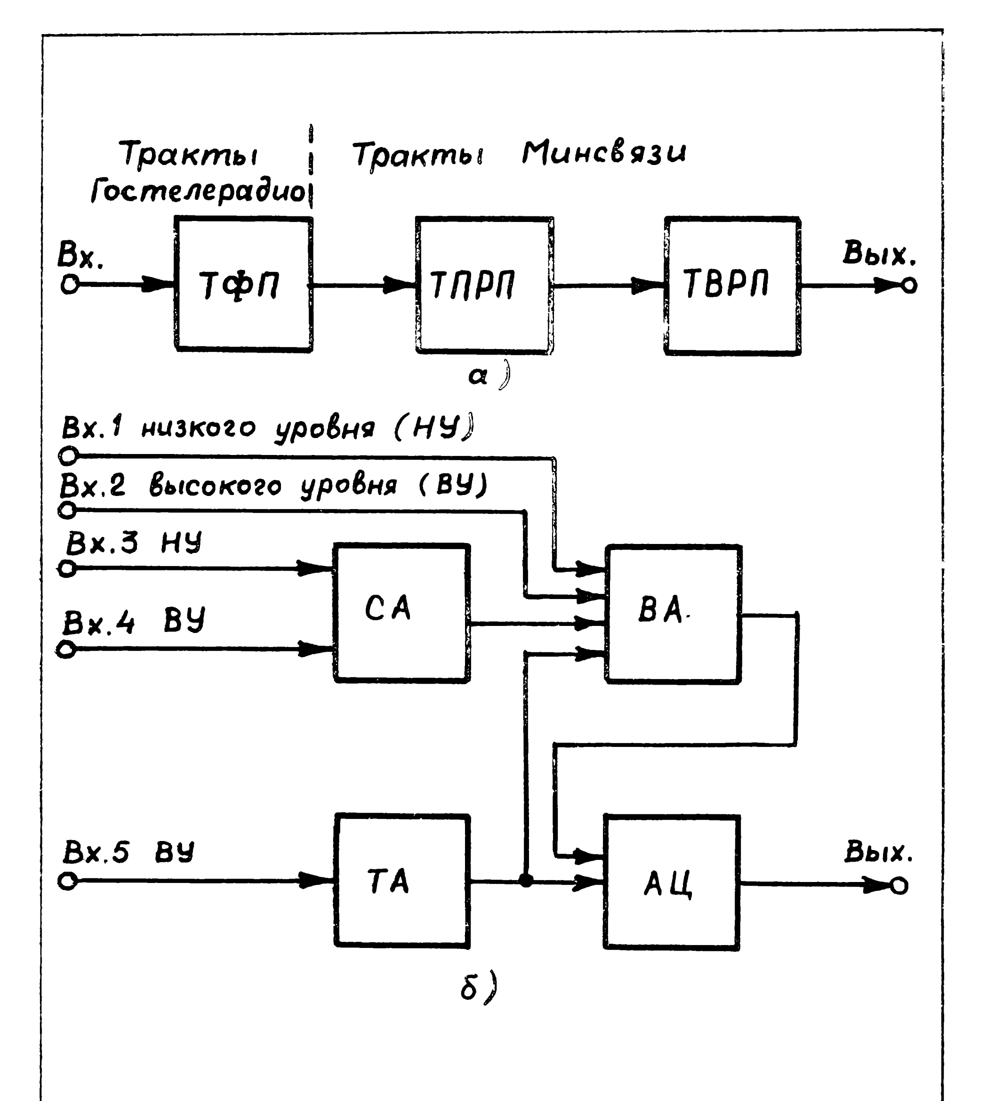


Рис.1.1. Структурная схема канала звукового вещания (а) и тракта формирования программ (б).

блока АСБ), трансляционная аппаратная ТА, вещательная аппаратная ВА(на телевидении - аппаратно-программный блок АПБ) и центральная аппаратная АЦ (в Москве в АСК-3 ТТЦ она носит название ЦКРА - центральная коммутационно-распределительная аппаратная).

Звуковые сигналы могут приходить от источников как низкого уровня (НУ) - от микрофона, так и высокого уровня (ВУ) - от магнитофона, внешней линии и т.д. Сейчас чаще всего звуковые сигналы от микрофона и магнитофона через входы Вх.I и Вх.2 поступают в вещательную аппаратную, где происходит формирование программы. Если в эту аппаратную сигналы поступают от всех источников,т.е. в ней происходит полное формирование программы, то такая аппаратная носит название не вещательной, а программной. На телевидении чаще всего принята именно такая технология - полное формирование программы в АПБ, а в радиовещании часто при трансляции сигналы со входа Вх.5 через входные линейки трансляционной аппаратной ТА не заводятся в вещательную аппаратную ВА, а подаются непосредственно в АЦ, где осуществляется их коммутация на выход.

Если при записи, например, в концертной студии, одновременно осуществляется непосредственное "живое" вещание в эфир, то в этом случае ТФП становится трехзвенным: СА-ВА-АЦ. Сигналы низкого уровня со входа Вх.3 и сигналы высокого уровня со входа Вх.4 из студийной аппаратной поступают в тракты Минсвязи через вещательную и центральную аппаратные.

I.2. Структура микшерных пультов.

В тракте формирования программ микшерный пульт является одним из наиболее сложных устройств. В его состав входит большое количество различных блоков. Число органов управления в некоторых микшерных пультах превышает I500.

Развитие студийной техники шло как по пути создания универсальных микшерных пультов, так и по пути их специализации. Второй путь оказался более перспективным. Поэтому в настоящее время существует разделение микшерных пультов по своему назначению прежде всего на 3 группы:

- звукорежиссерские микшерные пульты для записи;
- микшерные пульты перезаписи и монтажа;

- вещательные микшерные пульты.

Звукорежиссерские микшерные пульты записи подразделяются на речевые и музыкальные. Речевые пульты записи являются более простыми по устройству. Они же часто используются для перезаписи и монтажа.

Для записи музыки обычно используются более сложные микшерные пульты. Их сложность определяется числом входных линеек (индивидуальных трактов), количество которых достигает от 10-12 до 36, а также структурой и составом блоков.

В состав микшерных пультов входят различные усилители (микрофонные, промежуточные, линейные и др.), частотные корректоры, ручные регуляторы уровня (индивидуальные, групповые, общие), автоматические регуляторы уровня (компрессоры, шумоподавители, ограничители), сборные шины, измерители уровня, коммутаторы, устройства управления и сигнализации. Основные из этих устройств будут рассмотрены ниже.

Наиболее распространенным вещательным микшерным пультом в СССР является пульт РКС-06 производства завода БЕАГ. Этот пульт имеется практически в каждом нашем радиодоме. Упрощенная структурная схема пульта приведена на рис.1.2.

В пульте РКС-06 имеется 6 входных каналов, из них 2 канала служат для подключения микрофонов и 4 канала - для подключения источников высокого уровня (магнитофонов, внешних линий). Каналы выполнены двойными для обеспечения 100% - резервирования. Входные каналы подключаются к источникам через переключатели S.

В первом положении переключателя каналы подключаются к микрофону или магнитофону, а во втором положении - к внешнему или внутреннему генератору звуковых частот.

Каждый двойной входной микрофонный канал состоит из переключателя чувствительности, входного трансформатора, канального усилителя ЕМК-121 с индивидуальным регулятором, частотного корректора КУК-121 и речевого компрессора КВЕ-141.

Линейные входные каналы несколько проще микрофонных. В них отсутствуют частотные корректоры и речевые компрессоры. Каждый линейный входной канал состоит из входного трансформа-

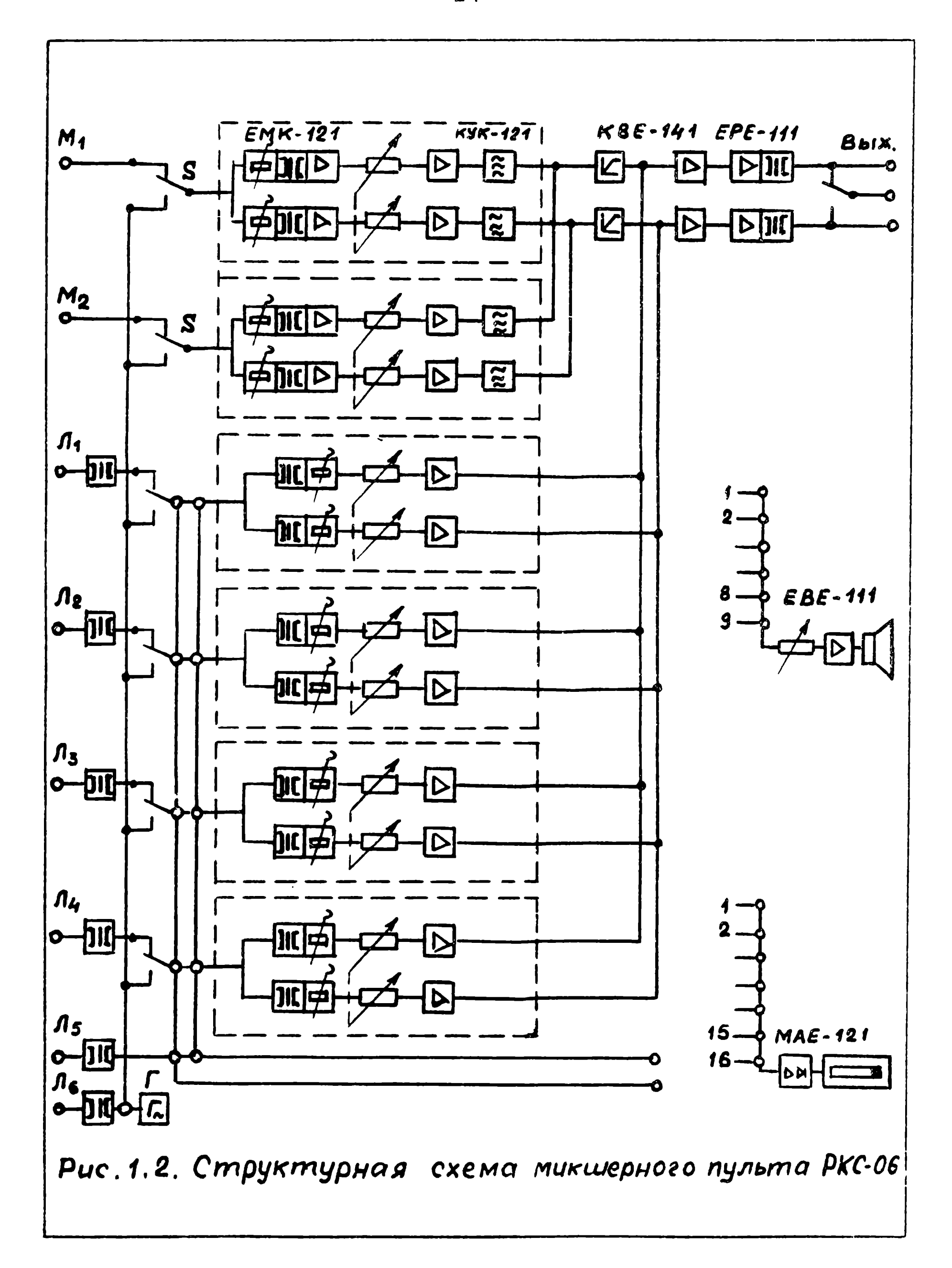


Рис.1.2. Структурная схема микшерного пульта РКС-06

тора, переключателя чувствительности и канального усилителя ЕМК-123 с регулятором уровня.

Акустический контроль осуществляется с помощью внешнего контрольного агрегата, который можно подключить к различным точкам пульта. Кроме того, в пульте имеется встроенный громкоговоритель, который хотя и не позволяет оценить качество звучания, но с помощью кнопок обеспечивает возможность прослушивания в точках перед каждым индивидуальным регулятором уровня и на выходах корректоров.

Для визуального контроля в пульте имеется измеритель уровня МАЕ-121 с "зайчиковым" показывающим прибором МРЕ-141. Измеритель уровня можно подключить, независимо от акустического контрольного агрегата, к входам высокого уровня (5 шт.), контрольным линиям высокого уровня (6 шт.), генератору звуковых частот и др.

Канальные усилители имеют индикаторы перегрузки (перемодуляции), которые сигнализируют о перемодуляции в точках до индивидуального регулятора уровня (начинают светиться лампочки).

В пульт встроен генератор звуковых частот, который служит для контроля прохождения сигналов через пульт и для калибровки измерителя уровня.

В новом оборудовании третьего поколения разработки завода БЕАГ в качестве вещательного предлагается использовать микшерный пульт типа РКС-106. Комплект оборудования, состоящий из вещательной и распределительной матриц, а также линейных усилителей ЕРЕ-113, представляет собой блок формирования программ БФП. Упрощенная структурная схема звукового тракта БФП приведена на рис.1.3.

Входные сигналы поступают от источников на входной тракт I (пульт РКС-106), состоящий из входного усилителя ВУ, графического корректора ГК (эквалайзера), ручного регулятора уровня РУ и ограничителя уровня ОГР. В режиме "АВТО" регулятор уровня автоматически стабилизирует чувствительность входного тракта в пределах ± 6 дБ. Ограничитель уровня служит для защиты последующих элементов тракта от перегрузки.

Максимальное количество сигналов, поступающих на входной

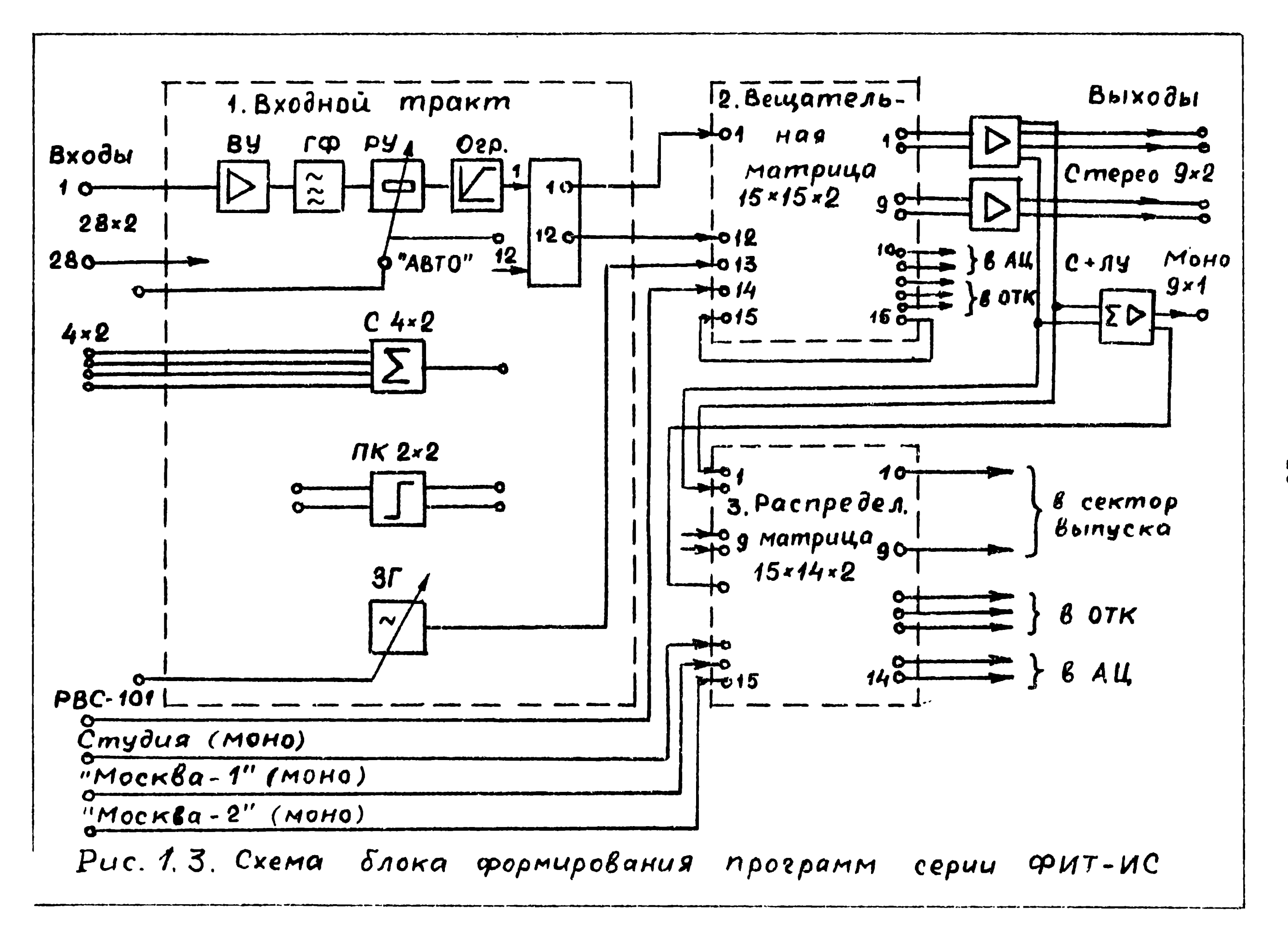


Рис. 1.3. Схема блока формирования программ серии ФИТ-ИС

тракт от источников - 28 стереофонических или 56 монофонических. Кроме того, 4 стереоисточника подключается к сумматору 4 х 2. В состав входного тракта входят также переключающий компаратор ПК2 х 2 и звуковой генератор ЗГ. Компаратор ПК2х2 производит автоматическое переключение программы на резервный канал, если уровень сигнала в основном канале уменьшается на 10 дБ по сравнению с уровнем в резервном канале.

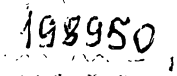
Пульт РКС-106 имеет 12 выходов, откуда сигналы поступают на вещательную матрицу 2 объемом 15х15х2. На эту же матрицу могут поступать сигналы от ЗГ. Сигналы от дикторского пульта РВС-101 могут поступать как на входной тракт 1, так и на вещательную матрицу 2.

Все 15 трактов вещательной матрицы стереофонические. Стереофонические выходы вещательной матрицы распределены по своему назначению следующим образом:

- выходы 1-9 являются основными программными выходами, предназначенными для вещания;
- выходы 10-14 предназначены для контроля; 2 из них используются для контроля в АЦ, а 3 выхода заводятся в отдел технического контроля ОТК;
- выход 15 используется для обхода(с выхода матрицы сигналы снова подаются на ее вход).

С девяти основных вещательных выходов через выходные линейные усилители ЛУ типа ЕРЕ-113 стереофонические программы подаются к потребителям - в тракты Министерства связи. Кроме того, с выходов стереофонических линейных усилителей сигналы поступают на сумматор С, объединенный с линейным усилителем ЛУ, где происходит формирование суммарного монофонического сигнала. Уровень выходного сигнала может выбираться в пределах от 0 дБн (0,775 В) до +18 дБн (6,2В).

Для контроля программы подаются к распределительной матрице 3 объемом 15х14х2. На вход этой матрицы подаются для контроля 9 стереофонических программ и 6 монофонических программ с выхода радиодома, а также 4 монофонических сигнала из студий и 2 монофонические программы, приходящие в данный радиодом из центра и названные условно "Москва-1" и "Москва-2".



Блоки управления и контроля разделяются на 3 группы: программные, центральные и для набора линий. Программный блок предназначен для управления входным трактом. В состав блоков центрального управления и контроля входят блоки подготовки программ, блоки сигнализации, измерители уровня, блоки набора линий. Все эти блоки, дополненные переговорным устройством, образуют пульт управления центральной аппаратной – РАС-I0I или РАС-I02.

I.3. Параметры каналов и трактов звукового вещания.

Основным нормативным документом в радиовещании является ГОСТ II5I5-75 "Каналы и тракты звукового вещания; классы; основные параметры качества" [7] . В нем для электрических каналов звукового вещания, трактов и отдельных звеньев устанавливаются 3 класса качества: высший, первый и второй.

Тракт формирования программ (ТФП), т.е. тракт радиодомов и телецентров, является головным звеном канала звукового вещания, поэтому ТФП должен удовлетворять требованиям высшего класса качества (за исключением оборудования для иновещания).

Как было показано выше в разделе I.I., ТФП состоит из нескольких звеньев, одним из которых является микшерный пульт. Поэтому ясно, что хотя нормы на параметры качества микшерных пультов в ГОСТ II5I5-75 и не приведены, они должны быть более жесткими, чем для ТФП в целом.

ГОСТом II5I5-75 нормируются 6 параметров качества:

- номинальный диапазон частот;
- неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ);
- коэффициент гармоник;
- защищенность от интегральной помехи;
- защищенность от псофометрического шума;
- защищенность от внятной переходной помехи.

Кроме того, международными организациями, в частности, Международной организацией по радиовещанию и телевидению ОИРТ (Рекомендация 62) и Международным консультативным комитетом по радио МККР (Рекомендация 505), нормируются также следующие параметры монофонических трактов:

- нестабильность коэффициента передачи;
- коэффициент разностного тона;
- коэффициент интермодуляции.

Для стереофонических трактов звукового вещания в этих рекомендациях дополнительно приводятся нормы на следующие параметры:

- разбаланс уровней;
- рассогласование АЧХ;
- разбаланс фаз;
- переходное затухание между стереотрактами А и В.

В технических условиях на звуковое оборудование радиодомов и телецентров приводятся также такие параметры:

- номинальный входной уровень;
- номинальный выходной уровень;
- входное сопротивление;
- выходное сопротивление.

Для автоматических регуляторов уровня дополнительно нормируются динамические параметры - время срабатывания и время восстановления, а также щелчок срабатывания. У измерителей уровня нормируются такие динамические параметры как время интеграции, время срабатывания, время возврата и переброс.

Нормы на параметры качества каналов и трактов звукового вещания установлены исходя из заметности искажений - с одной стороны, и из технических возможностей - с другой стороны. Если исходить из заметности искажений, то нужно устанавливать очень жесткие нормы: неравномерность АЧХ не более $\pm$ 0,5 дБ для всего сквозного звукового канала, коэффициент гармоник - не более 0,5 %, уровень шумов - не более -70 дБ и т.д. Но это означало бы, что приходящиеся на отдельные звенья (усилители, фильтры, регуляторы и т.д.) искажения не должны превышать сотых долей децибел и процентов, что не реально.

Исходя из указанных принципов были разработаны нормы, которые приведены в табл.1.1. Нормы для канала и для ТФП приведены из ГОСТ 11515-75 и рекомендаций 62 и 505, параметры микшерных пультов взяты из технических условий (или технического описания). При этом следует иметь в виду, что параметры

микшерных пультов приведены без учета входящих в них устройств динамической и частотной обработки сигналов. Устройства динамической обработки сигналов - это автоматические регуляторы уровня (компрессоры, ограничители, шумоподавители). Устройства частотной обработки сигналов - это различные фильтры: плавного подъема и завала частот, среза, "присутствия", графические корректоры. В отношении этих устройств (а также ревербераторов) в ГОСТ 23107-78 [9] указано, что при профилактических измерениях они должны быть обойдены. Каждое из этих устройств должно проверяться самостоятельно на соответствие утвержденными на них техническим условиям (ТУ).

Таблица 1.1.

№№ пп	Нормируемый параметр качества	Нормы на канал высшего класса	Нормы на ТФП высшего класса	Параметры современных микшерных пультов
1.	Номинальный диапазон частот, Гц	30 -15000	30 - 15000	30 - 15000
2.	Неравномерность АЧХ на средних частотах, дБ	± 1	±0,5	±0,3
3.	Неравномерность АЧХ во всем диапазоне, дБ	+1 ÷ -5	+0,5 ÷ -1	+0,3 ÷ -0,6
4.	Коэффициент гармоник на средних частотах, %	1,5	0,5	0,3
5.	Коэффициент гармоник на низких частотах, %	3	1,5	0,5
6.	Защищенность от интегральной помехи, дБ	55	62	70*
7.	Защищенность от псофометрического шума, дБ	55	60	70*
8.	Защищенность от внятной переходной помехи, дБ	74	74	74
9.	Нестабильность коэффициента передачи, дБ	±1	-	-

I	2	3	4	5
I0.	Коэффициент разностного тона, %	I	0,5	0,3
II.	Коэффициент интермодуляции, %	I	0,5	0,3

*Примечание: указанные значения шумов для микшерных пультов относятся к случаю измерения со входов высокого уровня. Для входов низкого уровня (при $U_{вх}$ = I мВ) защищенность от шумов и помех обычно не превышает 60 дБ.

При разработке студийной стереофонической аппаратуры исходят из предпосылки о том, что эта аппаратура должна удовлетворять требованиям высшего класса качества по всем монофоническим параметрам, приведенным в табл. 1.1, а также иметь высокие нормы указанных выше четырех дополнительных параметров. В настоящее время у нас не существует ГОСТа на эти параметры, поэтому приходится ориентироваться на международные рекомендации и на данные, приведенные в "Кратком положении по организации и проведению стереофонического радиовещания".

В табл.1.2. приведены нормы на указанные стереофонические параметры для участка канала "Вход АЦ радиодома - выход стереопередатчика", а также параметры современных микшерных пультов.

Таблица 1.2.

№№ пп	Нормируемый параметр	Нормы для участка стереоканала	Параметры пульта
I.	Разбаланс уровней между стереоканалами А и В на частоте I кГц, дБ	I,5	0,3
2.	Рассогласование АЧХ между стереоканалами А и В, дБ, в диапазоне частот 30 - I5000 Гц	3	I
3.	Разбаланс фаз между стереоканалами А и В, градус, в диапазоне частот 30 - I5000 Гц	65	I0

I	2	3	4
4.	Переходное затухание между стереоканалами А и В, дБ, на частотах:		
	400 и 4000 Гц	25	70
	I кГц	28	70

Номинальные входные и выходные уровни практически всех современных микшерных пультов составляют +6 дБн, т.е. напряжение равно I,55 В. Входное сопротивление составляет 600 Ом или несколько килоом. Выходное сопротивление обычно не более 50 Ом. Для обеспечения повышенной помехозащищенности входы и выходы всегда выполняются симметричными.

I.4. Статистические параметры звуковых сигналов.

Как указывалось выше, звуковые сигналы радиовещания и телевидения относятся к случайным процессам. Поэтому их свойства изучаются методами математической статистики путем усреднения характеристик за определенный интервал времени. В пределах короткого интервала времени сигналы звукового вещания являются не просто случайными, но к тому же и нестационарными. Поэтому не удивительно, что, несмотря на многочисленные исследования, до сих пор не существует математической модели вещательных сигналов.

Известны следующие статистические параметры звуковых сигналов: функции распределения, плотность распределения, математическое ожидание (среднее значение), средняя мощность, дисперсия, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое отклонение, корреляционная функция, интервал корреляции, взаимная корреляционная функция, автокорреляционная функция, спектральная плотность мощности и др.

Для науки важны все эти параметры. Для практики звукотехнической работы также нужны многие из них, но наиболее большое значение имеют два параметра - функции распределения и спектральная плотность (или энергетический спектр).

Функции распределения характеризуют вероятностные соотношения различных уровней сигналов по динамическому диапазону,

а спектральная плотность -распределение энергии сигналов по диапазону частот.

В качестве примера на рис.1.4а приведены функции распределения сигналов двух фрагментов - дикторской речи I и эстрадной музыки 2. Здесь по оси абсцисс отложены уровни сигналов N в децибелах, а по оси ординат - вероятности превышения этих уровней $F_I(N)$ в относительных единицах.

По функциям распределения можно найти максимальные, средние и минимальные уровни, а также динамический диапазон фрагментов передач различного жанра. При этом обычно определяют не максимальные и минимальные уровни, а квазимаксимальные и квазиминимальные.

Квазимаксимальный уровень $N_{квазимакс}$ - это такой уровень, вероятность превышения которого составляет $F_I(N_{мак.})$ = 0,02, т.е. 2%. Как видно из рис.1,4а, в данном случае и для речи и для эстрадной музыки $N_{квазимакс.}$ = -I дБ.

Квазиминимальный уровень $N_{квазимин.}$ - такой уровень, вероятность превышения которого составляет $F_I(N_{мин.})$ = 0,98, т.е. 98%. По графикам рис.1.4а можно найти, что для речи $N_{квазимин.}$ = -3I дБ, а для эстрадной музыки $N_{квазимин.}$ = -I7 дБ.

По этим данным можно найти динамический диапазон DD как разность между квазимаксимальным и квазиминимальным уровнями

$DD = N_{квазимакс.} - N_{квазимин.}$, дБ.

Из рис.1.4а видно, что в данном случае получается $DD_{речи}$ = - I - (-3I) = 30 дБ, а $DD_{эст.муз.}$ = -I - (-I7) = I6 дБ. У симфонической музыки динамический диапазон до обработки звукорежиссером может достигать 70 дБ. Исходя из возможностей каналов передачи звукорежиссер должен сжать этот диапазон до величины 40 дБ. В этом заключается одна из больших трудностей их творческой работы. Иногда звукорежиссеры говорят, что так как композитором записано от пиано-пианиссимо (pp) до форте-фортиссимо (ff), то они не могут сжимать динамический диапазон этого произведения до 40 дБ. Однако нужно помнить, что композиторы обычно пишут музыку для исполнения в концертном зале. А звукорежиссерам радио и телевидения следует учитывать, что даже

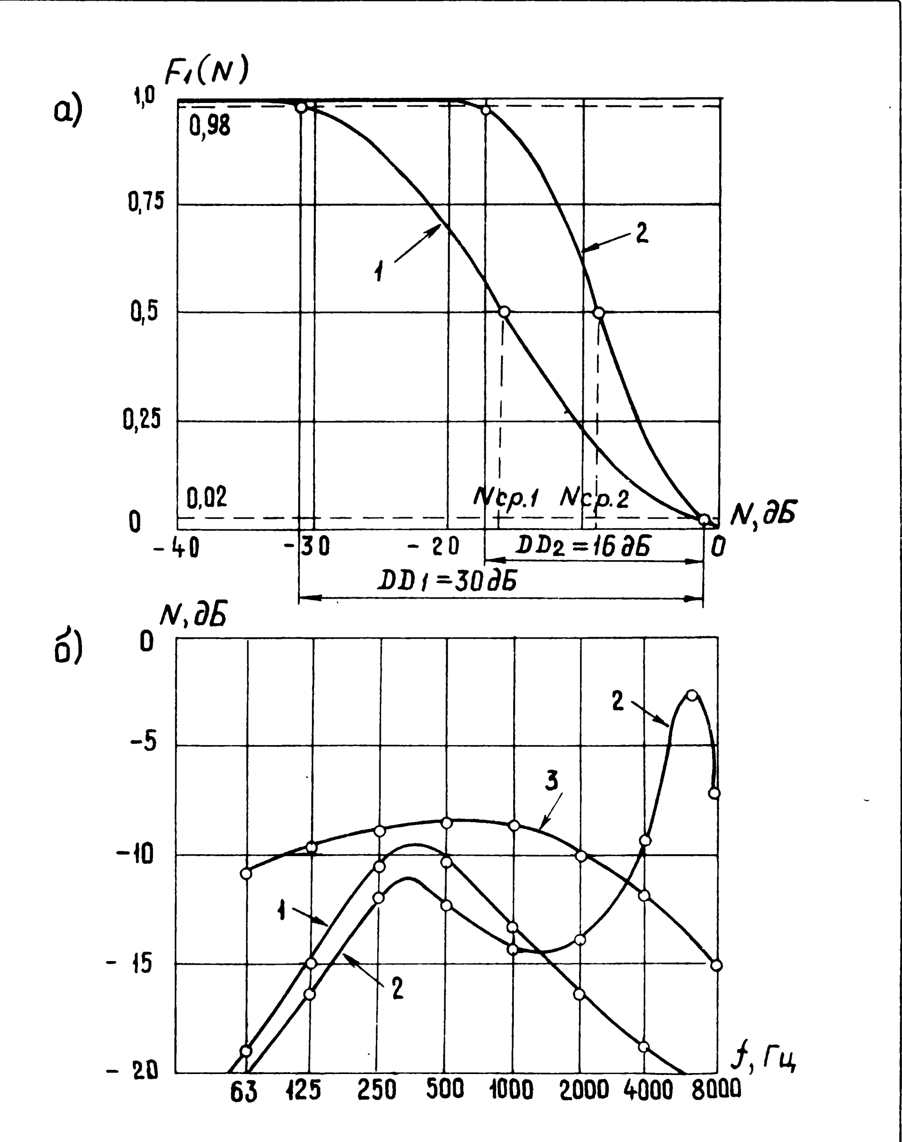


Рис. 1.4. Функции распределения (а) и спектрограммы (б) звуковых сигналов.

если бы можно было передать такой большой динамический диапазон по каналам связи, то дома его все равно невозможно было бы так воспроизвести, так как большие уровни ограничиваются нелинейными искажениями (и звукоизоляцией с соседями), а малые уровни - акустическими шумами.

По функциям распределения можно определить также средние уровни фрагментов передачи. Средний уровень - это такой уровень, вероятность превышения которого составляет $F_I(N)_{ср.}=0,5$, т.е. 50%. По рис.I.4а можно найти, что для речевого фрагмента $N_{ср.}= -16$ дБ, а для фрагмента эстрадной музыки $N_{ср.}= -9$ дБ. Для симфонической музыки средний уровень обычно составляет примерно $N_{ср.}= -20$ дБ.

На рис.I.4б приведены спектральные характеристики уровней средней мощности речевых и музыкальных сигналов в октавных полосах частот. Кривая I характеризует усредненный энергетический спектр речи, кривая 2 - энергетический спектр свистящих звуков ("С","Ц","Ч" и др.), кривая 3 - усредненный энергетический спектр эстрадной музыки. Из спектрограммы I видно, что речь имеет максимум энергии на частотах 300 ÷ 400 Гц, с резким спадом в сторону низких и высоких частот. Исходя из этой спектрограммы в некоторых точках радиовещательных и телевизионных трактов установлены корректоры, способствующие повышению помехозащищенности. Однако некоторые музыкальные инструменты, а также свистящие звуки речи имеют энергетический спектр (кривая 2), существенно отличающийся от усредненного. За счет корректоров высокочастотные составляющие таких сигналов сильно поднимаются, общий уровень становится больше номинального значения, происходит перемодуляция и в результате возникают большие нелинейные искажения. Это явление известно под названием "С" - искажений [20] . Чтобы они не возникали, звукорежиссеры при записи не должны слишком увлекаться применением фильтров подъема верхних частот, особенно на сигналах с большим содержанием высокочастотных составляющих.

Усредненный спектр эстрадной музыки (кривая 3 на рис.1.4б) имеет более равномерный характер, с максимумом энергии в диапазоне частот 500 ÷ 1000 Гц. Аналогичный спектр имеет и симфоническая музыка [17].

1.5. Частотная обработка.

В микшерных пультах имеются устройства частотной, динамической и временной обработки сигналов.

Частотная обработка осуществляется с помощью корректоров, состоящих из различного типа фильтров. Динамическая обработка сигналов производится с помощью ручных и автоматических регуляторов уровня (см.следующий раздел). Для временной обработки используются линии задержки и ревербераторы (ревербераторы в состав микшерных пультов не входят, а выполняются в виде отдельных самостоятельных устройств).

В состав частотных корректоров, которые используются в практике звукорежиссерской работы, входят 4 типа фильтров:

- фильтры плавного подъема и завала НЧ и ВЧ;
- фильтры среза НЧ и ВЧ;
- фильтры "присутствия";
- графические корректоры (эквалайзеры).

Амплитудно-частотные характеристики фильтров приведены на рис.1.5 и рис.1.6.

Фильтры плавного подъема и завала (рис.1.5а) дают возможность звукорежиссеру изменять в широких пределах спектральные характеристики отдельных источников в области нижних и верхних частот. Обычно такие фильтры позволяют осуществлять регулировку на крайних частотах до ±20 дБ, плавно или ступенями. Эти фильтры дают возможность добиться наиболее естественного звучания при некоторых акустических дефектах студии, несовершенстве микрофонов или не совсем удачном их расположении. Можно выделить или, наоборот, подавить отдельные участки спектра, можно подчеркнуть характерные оттенки исполнения, изменить в значительной степени характер звучания, чтобы придать ему новизну и оригинальность.

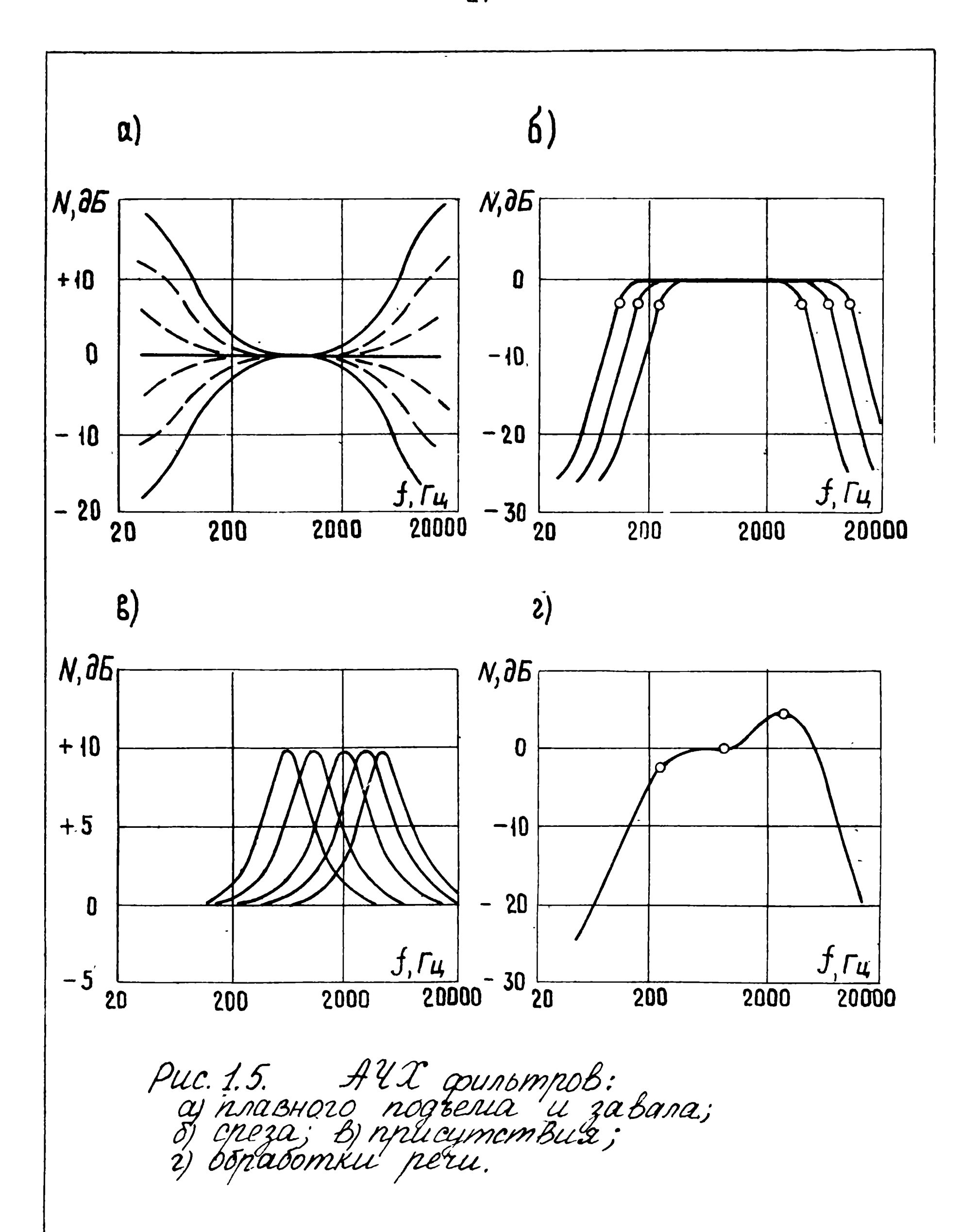


Рис. 1.5. АЧХ фильтров:
а) плавного подъема и завала;
б) среза; в) присутствия;
г) обработки речи.

Субъективно применение любого фильтра воспринимается как изменение тембра первичного сигнала. При обработке речи фильтрами плавного подъема и завала следует помнить, что излишек или недостаток низкочастотных и высокочастотных составляющих может восприниматься следующим образом:

- слишком много НЧ - звучание бубнящее;
- слишком мало НЧ - звучание звенящее;
- слишком много ВЧ - звучание свистящее;
- слишком мало ВЧ - звучание глухое.

Фильтры среза (рис.I.5б) также позволяют изменять характер звучания. Например, можно создать такие звуковые эффекты, как "разговор по телефону", "передача по радио" и др. Эти фильтры помогают избавиться от мешающих призвуков при исполнении на некоторых инструментах, уменьшать влияние низкочастотных помех при студийных записях, при реставрации старых записей. Но чаще всего они используются для ослабления низкочастотного фона (от освещения, блоков питания) или высокочастотного "шипения" магнитной ленты. При записи музыки эти фильтры используются редко, а при записи речи - почти всегда. Речь имеет более узкий спектр, и применение таких фильтров практически не сказывается на их спектре, но в то же время уменьшает шумы.

У фильтров среза с помощью переключателя можно изменить частоту среза. Обычно имеется по 3 значения частоты среза на НЧ и ВЧ, например, I25,I80, 250 Гц снизу и 5, 8 и I2,5 кГц сверху. Крутизна спада АЧХ чаще всего составляет I2 дБ на октаву, хотя, по мнению звукорежиссеров, желательно иметь более крутые спады - I8 или 24 дБ на октаву.

Фильтры присутствия (или презенс-фильтры) получили свое название в связи с тем, что при их использовании как бы обеспечивается эффект присутствия слушателя у исполнителя (или исполнителя у слушателя).

Эти фильтры позволяют подчеркнуть область средних частот, где расположены певческие и инструментальные форманты, что делает звучание певцов-солистов или отдельных инструментов более сочным и ярким, как бы выделенным из общей звуковой картины и приближенным к слушателю.

Обычно фильтры присутствия позволяют выделять относительно узкие участки спектра в диапазоне частот 700-4000 Гц при величине подъема до 10 дБ. Резонансная частота фильтров присутствия выбирается с помощью переключателя. Чаще всего в качестве резонансных выбираются частоты 0,7; 1,4; 2,0; 2,8 и 4 кГц. Для выделения солиста наиболее часто выделяют область частот около 2,8 кГц , так как известно, что наличие ярко выраженной певческой форманты в области частот 2,8 - 3,2 кГц придает голосу тембральную яркость.

В новых пультах с помощью фильтров можно не только осуществить подъем в области средних частот, но также и вырезать часть спектра с помощью антипрезенс-фильтра.

Фильтры присутствия позволяют также существенно повысить разборчивость речи. Имеется рекомендация ВНИИТР, в соответствии с которой для улучшения разборчивости речи следует с помощью фильтра присутствия поднять на 3-4 дБ спектр на частотах 3 - 5 кГц и фильтрами среза произвести завал АЧХ на частотах ниже 250 Гц и выше 7 кГц. АЧХ такого корректора, получившего название "фильтр оптимальной обработки речи", приведена на рис.1.6г.

Внедрение такого фильтра в ГДРЗ было осуществлено еще в 1968 году. Вначале дикторы категорически возражали против такой обработки их речи. Слишком изменялся тембр звучания, и это дикторам не нравилось. Но так как разборчивость речи, наряду с общим высоким качеством звучания передач, имеет в радиовещании и телевидении огромное значение, то первоначально дикторам пришлось с этим смириться. Затем они привыкли к такому новому звучанию, которое воспринимается громче и звонче (поднимаются частоты вблизи 3 кГц, а именно к этой области частот слух человека наиболее чувствителен). Более того, когда теперь дикторам для сравнения дают послушать речь без обработки таким фильтром, то она кажется им слишком тихой и бубнящей.

Долгое время отвергали такую обработку ленинградцы. Уже в течение многих лет вторая программа Центрального радиовещания (программа "Маяк") по субботам формируется в основном Ленинградским радиодомом. И так как они фильтра речи не применяли,

то даже и без объявления "Говорит Ленинград" можно было сразу понять, что эта передача идет из Ленинграда. Нужно признать, что по мнению слушателей и специалистов речь диктора при этом звучит приятней, чем при обработке фильтром. Особенно мужской голос - сочный, бархатистый. Но разборчивость получается хуже, временами звучание идет "как из бочки" - слишком бубнящим. В 1982 году в Ленинграде перешли на общепринятую технологию обработки информационных передач.

Эта рекомендация ВНИИТР о применении фильтра была распространена Главным производственно-техническим управлением Гостелерадио по другим радиодомам еще в начале 1978 года. Когда осенью 1978 года в Курске состоялся первый из пяти отраслевых семинаров, посвященных вопросам повышения качества звучания радиовещательных передач, то после докладов автора и экспериментального прослушивания, проведенного главным специалистом ГДРЗ В.Ф.Есаковым, многие участники семинара сказали, что теперь ясно, почему передачи из Москвы идут более громкими и звонкими по сравнению с местными передачами при тех же максимальных уровнях. В Москве применяют специальные фильтры и речевые компрессоры, а на местах это пока не делается.

Но там же было выяснено, что эта рекомендация не является универсальной. Приведенная на рис.1.5г. форма АЧХ речевого фильтра может считаться только типовой, на которую нужно ориентироваться. А выбирать конкретную характеристику следует с учетом прежде всего особенностей голоса каждого диктора, а также с учетом акустики студии и АЧХ микрофона. Если у диктора и без того мало низкочастотных спектральных составляющих, то не нужно применять фильтр среза НЧ. Если для диктора характерным является избыток высокочастотных составляющих, некоторая шепелявость или "присвистывание", то ни в коем случае нельзя фильтром присутствия поднимать частоты в области 3 - 5 кГц. Если микрофон динамический катушечный, то он сам в известной мере заваливает низкие частоты.

Если же в речевых студиях применяются конденсаторные микрофоны, а в радиодомах это имеет место, то фильтр среза НЧ применять нужно, а фильтр присутствия иногда не нужно, так как сам конденсаторный микрофон имеет подъем АЧХ в этой области. Время реверберации студий обычно имеет тенденцию увеличения к низким частотам, но в разных студиях это происходит по-разному. Это также следует учитывать.

Наконец, в последние годы у нас появились новые устройства для частотной обработки сигналов - графические корректоры (эквалайзеры). У них положение ручек регуляторов уровня представляет собой как бы график АЧХ (рис.1.6а), отсюда и название - "графические". За рубежом они называются эквалайзерами - выравнивателями спектра.

Из АЧХ графического корректора, приведенного на рис.1.6б, видно, что по своим возможностям графический корректор практически перекрывает возможности всех других рассмотренных выше корректоров. Во всем частотном диапазоне графические корректоры позволяют осуществлять регулировку в диапазоне уровней до ± 20 дБ или ± 12 дБ.

Графические корректоры могут выполняться октавными, полуоктавными и третьоктавными. Чаще встречаются октавные графические корректоры как наиболее простые и в то же время обеспечивающие большие возможности регулирования АЧХ канала и, следовательно, тембра звучания. Стереофонические графические корректоры представляют собой два идентичных устройства, выполненных в одном корпусе.

В качестве примера можно привести октавный графический корректор разработки ВНИИТР, имеющий следующие основные параметры качества:

- номинальный диапазон частот: 31,5 -16000 Гц;
- количество полос: 10;
- пределы регулирования уровня: ±12 дБ;
- номинальный входной и выходной уровни: +6 дБн (0,775 В);
- коэффициент гармоник: 0,1%;

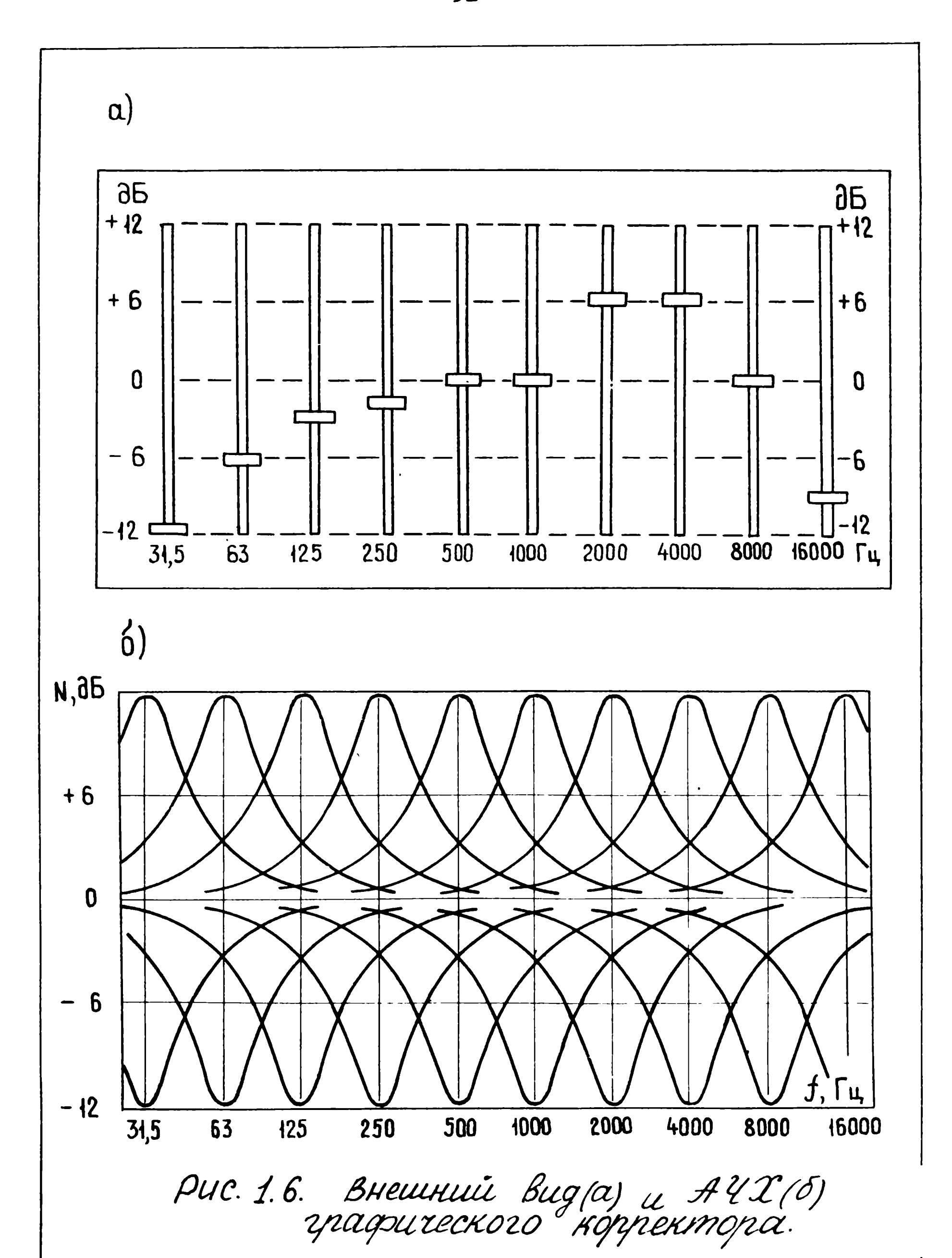


Рис. 1.6. Внешний вид (а) и АЧХ (б) графического корректора.

- уровень шумов по кривой А: -90 дБА.

1.6. Динамическая обработка.

Динамическая обработка сигналов производится с помощью ручных и автоматических регуляторов уровня.

В пультах записи ручные регуляторы уровня устанавливаются в каждом из микрофонных, групповых и линейных каналов. Они являются основным инструментом, с помощью которого звукорежиссеры производят регулировку уровня, устанавливают соотношение отдельных инструментов, изменяют динамический диапазон записываемого произведения. Все эти регуляторы вместе представляют микшер (смеситель), откуда и название - микшерный (или микшерский) пульт.

Динамический диапазон регулирования ручного регулятора уровня обычно составляет 60-80 дБ. Регуляторы бывают с плавной и дискретной (скачкообразной) регулировкой. Плавную регулировку обеспечивают мастичные и оптронные регуляторы, а дискретную - обычно резисторные делители напряжения с ползунковыми или герконовыми переключателями. В случае разработки дискретных регуляторов шаг дискретизации должен предусматриваться не более I дБ. В аппаратуре "Перспектива" применены дискретные регуляторы с герконовыми переключателями. Шаг дискретизации выбран равным I,5 дБ, и, по мнению звукорежиссеров, это является большим недостатком, так как дискретность регулировки уровня заметна на слух как скачкообразное (вместо плавного) изменение громкости.

Автоматические регуляторы уровня бывают безынерционными и инерционными. Из безынерционных регуляторов уровня наиболее известными являются ограничители мгновенного действия. Они играют защитную роль (защищают последующие за ними звенья звукового тракта от перемодуляции), но приводят к появлению больших нелинейных искажений и поэтому в виде отдельных самостоятельных устройств в радиовещании и телевидении не применяются. Однако они могут применяться в виде одного из дополнительных элементов инерционного авторегулятора уровня. При этом они служат для срезания пиков срабатывания и поэтому

получили название "пикосрезателей".

В последнее время все более широкое распространение получают инерционные автоматические регуляторы уровня АРУР [20]. Инерционные АРУР - это такие устройства, у которых коэффициент передачи автоматически изменяется в зависимости от уровня входного сигнала.

При правильной эксплуатации инерционные АРУР являются помощниками звукорежиссеров и операторов. Авторегуляторы помогают более рационально решать следующие задачи:

- более точно выдерживать уровни;
- защищать тракты от перемодуляции;
- повышать среднюю глубину модуляции передатчиков;
- уменьшать уровни шумов и помех;
- повышать разборчивость речи;
- снижать вероятность появления специфических "С" - искажений;
- улучшать соотношение громкости речи и музыки.

В настоящее время в радиодомах и на телецентрах страны находят применение следующие типы инерционных АРУР:

- ограничители уровня;
- речевые компрессоры с пороговыми шумоподавителями;
- музыкальные компрессоры;
- компандерные шумоподавители;
- адаптивные к спектру шумоподавители;
- авторегуляторы со сложной регулировкой, например, типа "Норма".

Ограничители уровня являются наиболее важными и распространенными инерционными АРУР. Сейчас ограничители уровня имеются практически на каждом радиотелецентре. Они стоят в пультах центральной аппаратной, а также в некоторых новых звукорежиссерских микшерных пультах.

Ограничители уровня - это такие инерционные АРУР, у которых коэффициент передачи остается постоянным до некоторого порогового значения, а затем начинает уменьшаться обратно-пропорционально увеличению уровня входного сигнала.

Структурная схема ограничителя уровня, состоящего из основного канала и канала управления, приведена на рис.17 а. Основной канал содержит входной и выходной усилители $У_1$ и $У_2$, а также регулируемый элемент РЭ. В канал управления входят: разделительный усилитель $У_3$, детектор Д, интегрирующая цепь ИЦ и источник опорного напряжения $Е_{оп}$.

Ограничитель уровня работает следующим образом. Пока на его входе напряжение полезного сигнала меньше нормируемого номинального значения $U_{вх.ном.}$, устройство работает как обычный усилитель звуковых частот, так как диоды детектора Д заперты опорным напряжением $Е_{оп}$ и канал управления не действует. При этом коэффициент передачи устройства остается постоянным, и выходное напряжение $U_{вых.}$ увеличивается пропорционально увеличению входного напряжения $U_{вх.}$ (рис.1.7б).

Когда же входное напряжение начинает превышать $U_{вх.ном.}$, то выходное напряжение становится больше запирающего опорного напряжения $Е_{оп}$, диоды детектора Д отпираются и начинает заряжаться конденсатор интегрирующей цепи ИЦ. Регулируемый элемент РЭ выбирается таким образом, что с ростом заряда конденсатора коэффициент передачи РЭ уменьшается. Чем больше $U_{вх}$, тем до большего значения заряжается конденсатор и тем меньше становится коэффициент передачи $К_п$ регулируемого элемента, и, следовательно, ограничителя уровня. За порогом ограничения, т.е. при $U_{вх.} > U_{вх.ном.}$, коэффициент передачи ограничителя уменьшается примерно обратно-пропорционально входному напряжению и поэтому выходное напряжение $U_{вых.}$ остается практически постоянным.

Современные ограничители уровня обеспечивают следующую точность выдерживания выходного уровня: при увеличении входного уровня до +20 дБ сверх номинального значения выходной уровень увеличивается не более чем на 1 дБ.

Ограничитель уровня должен быстро срабатывать и сравнительно медленно восстанавливать свой коэффициент передачи. Экспериментально установлено, что время срабатывания ограничителя должно составлять $t_{ср} = 1$ мс, а время восстановления должно быть равно $t_в = 1,5$ с. Эти параметры определяются интегрирующей цепью ИЦ.

Ограничитель уровня:

У1, У2 - входн. и вых. усилит-ли.
РЭ - регул. элемент
ИЦ - интегр. цепь
У3 - раздел. усилит., Д - детектор

а)
Основной канал
$У_1$
РЭ
$У_2$
Вх.
Вых.
Е опорн. источник
ИЦ
Д
$У_3$
Канал управления

б)
Uвых.
К
Uвых.
Uвх. ном
Uвх.

в)
$У_1$
$РЭ_1$
$РЭ_2$
$У_2$
Вх.
Вых.
$ИЦ_1$
$Д_1$
$У_3$
$У_4$
$Д_2$
$ИЦ_2$

Рис. 1.7. Структурная схема (а) и характеристики (б) ограничителя уровня; структурная схема речевого компрессора (в).

Наибольшее распространение в нашей стране получили ограничители уровня С-53, УО-1 и УО-2 отечественного производства, КСЕ-131, КСЕ-113 и КСЕ-313 производства БЕАГ, EJL-201, EJL-225 производства Тесла-Электроакустика. Хорошо зарекомендовал себя также ограничитель уровня EMT-257 производства австрийской фирмы EMT.

Для сжатия динамического диапазона сигналов в микшерных пультах устанавливаются компрессоры. Они разделяются на речевые и музыкальные.

Речевые компрессоры устанавливаются в вещательных микшерных пультах, а также в речевых пультах записи. Они сжимают динамический диапазон вещательных сигналов таким образом, что все сигналы от номинального и выше становятся равными по номинальному уровню, а все полезные сигналы с уровнем ниже номинального получают дополнительное усиление до 10 дБ. В связи с этим на 2-3 дБ увеличивается средний уровень и, следовательно, средняя громкость речи. Речь становится более ровной, без резкого перепада по громкости. Выравнивается громкость различных дикторов. Улучшается соотношение громкости звучания речи и музыки в тех передачах, где происходит чередование речевых и музыкальных фрагментов.

Но вместе с тем, если не принять специальных мер, то компрессор примерно на 10 дБ (на величину сжатия) усиливает шумы и помехи. Чтобы этого не происходило, во все современные речевые компрессоры встраивают пороговые шумоподавители.

Структурная схема речевого компрессора с пороговым шумоподавителем приведена на рис.1.7в, из которого видно, что в этом устройстве имеется два самостоятельных канала управления: компрессора КОМ и шумоподавителя ШП. Эти цепи управления по своему составу (У,Д,ИЦ) аналогичны цепи управления ограничителя. Но у компрессора, как и у ограничителя, обратная регулировка (с выхода), а у шумоподавителя - прямая (со входа).

Схема работает следующим образом. При отсутствии полезного сигнала коэффициент передачи регулируемого элемента $РЭ_1$ компрессора максимален $K_{ком} = K_{макс}$, а коэффициент передачи $РЭ_2$ шумоподавителя минимален $K_{шп} = K_{мин}$, за счет чего и проис-

ходит подавление шумов в паузах передачи. Порог срабатывания шумоподавителя выбирается равным -30 ÷ -40 дБ по отношению к номинальному уровню. Как только на входе устройства появляется полезный сигнал с уровнем, превышающем порог обрабатывания шумоподавителя, шумоподавитель быстро восстанавливает свой коэффициент передачи до $K_{шп} = K_{макс}$ и все полезные сигналы получают дополнительное усиление на несколько децибел (обычно в пределах до 10 дБ). При дальнейшем увеличении полезного сигнала начинает действовать канал управления компрессора и величина дополнительного усиления уменьшается. При $U_{вх} = U_{вх.ном}$ коэффициент передачи компрессора становится $K_{ком} = 1$ и, следовательно, выходное напряжение будет равно: $U_{вых} = U_{вх} = U_{ном}$.

Время срабатывания у компрессоров обычно выбирается таким же, как и у ограничителей, т.е. $t_{ср} = 1$ мс. Время восстановления речевого компрессора обычно составляет $t_{в} = 300$ мс. А у музыкальных компрессоров время восстановления может выбираться звукорежиссером, обычно в пределах следующих значений: 100,300 и 500мс, 1 и 2 с.

Время срабатывания шумоподавителя устанавливается равным 200 - 300 мс, время восстановления - не более 5 мс.

Из речевых компрессоров у нас получили распространение следующие: С-59, ЛТ-10, ЛТ-12, КВЕ-141. Компрессор КВЕ-149 является музыкальным. Компрессоры ЕК1-021, ЕК1-035,ЕМТ-256 являются универсальными.

Известно большое количество различного типа шумоподавителей [15] . Они подразделяются на пороговые, компандерные, адаптивные и т.п. Наиболее известными и распространенными в мировой практике являются шумоподавители Долби (OLBI), телком (TELKOM) и Дэ-Эн-Эль (D N L).

Как правило, эти шумоподавители не входят в состав микшерных пультов, а выполняются как отдельные устройства или в виде приставки к пульту или магнитофону.

Представляют интерес также авторегуляторы типа "Норма". Эти авторегуляторы разработки ВНИИТР имеют несколько разновидностей. Одна из моделей - "Норма-К" встроена в микшерный пульт МЭЗ-508, который используется в передвижных звукоусилительных станциях. Вторая разновидность этого авторегулятора после некоторой доработки ВНИИРПА стала входить под названием КСА-I в состав микшерных пультов П-62 и П-7I серия "Перспектива". Вещательная "Норма-ВМ" предназначена для установки в пульты системы ФИТ, а "Норма-ВТ" - в пульты системы ФИТ-ИС. Разработана также "Норма-стерео". Более подробно об авторегуляторах уровня можно ознакомиться в [20]

I.7. Временная обработка

Для временной обработки сигналов в радиовещании и телевидении используются ревербераторы и линии задержки.

Схема включения системы искусственной реверберации показана на рис.I.8. С выхода микрофона сигнал поступает в основной канал I микшерного пульта, а также ответвляется в канал 2 и поступает на вход системы искусственной реверберации. С выхода системы реверберационный сигнал поступает в канал 3 микшерного пульта и затем на шину Ш, где он и подмешивается к основному сигналу. С шины Ш сумма основного и реверберационного сигналов через общий канал поступает на выход микшерного пульта.

Как известно, для речевых студий рекомендуется время реверберации примерно 0,5 с, а для музыкальных - обычно I,5 - -2 с. С помощью систем искусственной реверберации можно получить время реверберации 5-6 с и более.

Средства и аппараты, которые служат для создания искусственной реверберации, можно классифицировать следующим образом:

I. Эхо-камерные.
2. Магнитные (магнитофонные).
3. Листовые (пластинчатые).
4. Пружинные.
5. Цифровые.

Эхо-камеры - это специальные помещения с большим временем реверберации.

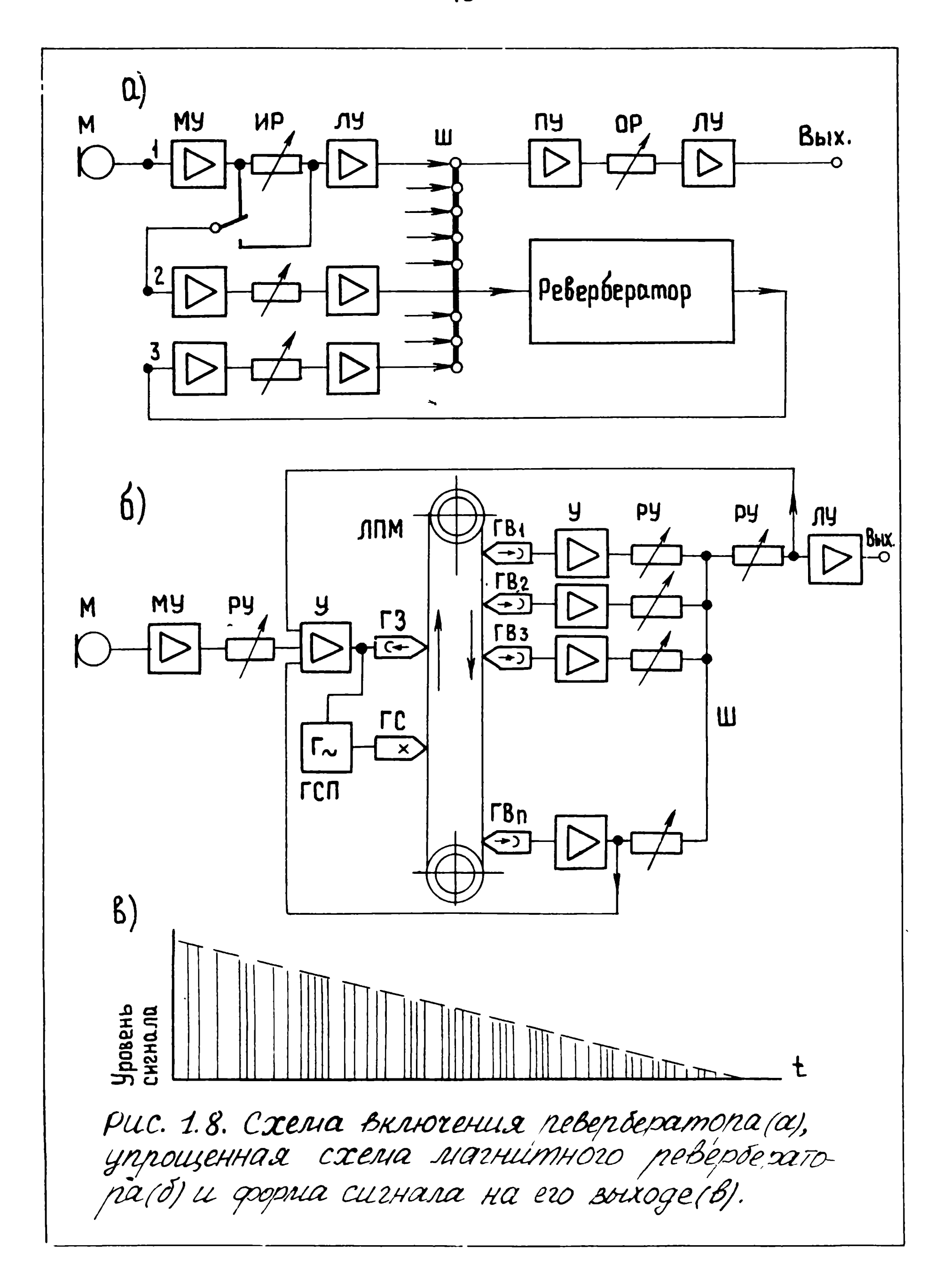


Рис. 1.8. Схема включения ревербератора (а), упрощенная схема магнитного ревербератора (б) и форма сигнала на его выходе (в).

Первыми системами искусственной реверберации были именно эхо-камерные. Эхо-камеры могут обеспечить высокое качество звучания лишь при соблюдении определенных требований, касающихся объема камер, их акустической обработки и степени звукоизоляции.

Объем эхо-камеры должен быть не менее 120 м^3. Для увеличения времени реверберации эхо-камере придают неправильную в плане форму с непараллельным полом и потолком. Для повышения диффузности поля стены эхо-камеры делают рассеивающими путем помещения на них большого числа жестких клинообразных выступов.

Время реверберации T эхо-камеры определяется по формуле Сэбина:

$$T = \frac{0,161 \cdot V}{\alpha \cdot S},$$

где: V - объем эхо-камеры;

S - суммарная площадь всех отражающих поверхностей эхо-камеры;

α - коэффициент поглощения.

В составе литдрамблоков крупных радиодомов и телецентров страны имеются гулкие комнаты, которые обычно и используются для повышения реверберации исходных звуковых сигналов.

Из магнитных ревербераторов в нашей стране известны широко применявшиеся ранее устройства МЭЗ-45 и МЭЗ-78. Такой ревербератор представляет собой магнитофон со склеенной в кольцо магнитной лентой /как бы "бесконечным" рулоном ленты/ и с несколькими воспроизводящими головками. Входной сигнал через усилитель записи подается на головку записи ГЗ и записывается на магнитную ленту /рис.1.8б/. При движении ленты этот сигнал поочередно считывается головками воспроизведения $ГВ_1$, $ГВ_2$, $ГВ_n$, считанные сигналы через усилители и регуляторы уровня подаются на шину Ш /сумматор/ и затем через выходной усилитель суммарный прореверберированный сигнал поступает на выход. Как видно из рис.1.8в, форма выходного сигнала имеет дискретный характер. Чтобы дискретность была менее заметной на слух, сигналы с выхода шины /или некоторых головок воспроизведения/ вновь подводятся

к головке записи и затем повторно воспроизводятся. И все же недостаток остается характерным для магнитных ревербераторов - на некоторых записях реверберационный процесс носит заметную на слух тональность.

Время реверберации T магнитного ревербератора определяется по формуле: $T = \frac{3 \cdot \tau}{-\lg|q|}$,

где: $\tau = \frac{l}{v}$ - задержка;

q - модуль коэффициента обратной связи по амплитуде;

l - длина ленты между головками;

v - скорость движения ленты.

Листовой ревербератор представляет собой тонкий стальной лист /толщиной 0,4-0,5мм/ в котором для получения реверберации используются изгибные колебания. Размеры первых листовых ревербераторов, например ЕМТ-140, достигали примерно I x 2 м /рис.I.9а/. Лист подвешен четырьмя углами на амортизированной раме. Колебания возбуждаются посредством возбудителя-вибратора, представляющего собой электродинамический преобразователь с коническим острием, приваренным к листу. В качестве вибросниматеяя применяется пьезоэлектрический датчик из титаната бария. Этот датчик помимо прямой /бегущей/ волны изгиба снимает серию затухающих волн, отраженных от границ листа.

В отличие от магнитного ревербератора, действие которого может быть смоделировано одномерной системой /трубой/ с системой смещенных вдоль оси микрофонов, листовой ревербератор меделирует колебания в двухмерном плане /в плоскости/. Следовательно, листовой ревербератор более приближает картину затухания к естественной, характеризующейся трехмерными акустическими колебаниями в помещениях.

Большим преимуществом листового ревербератора перед другими типами подобных устройств является то, что изменение времени реверберации производится простыми и надежными механическими средствами.

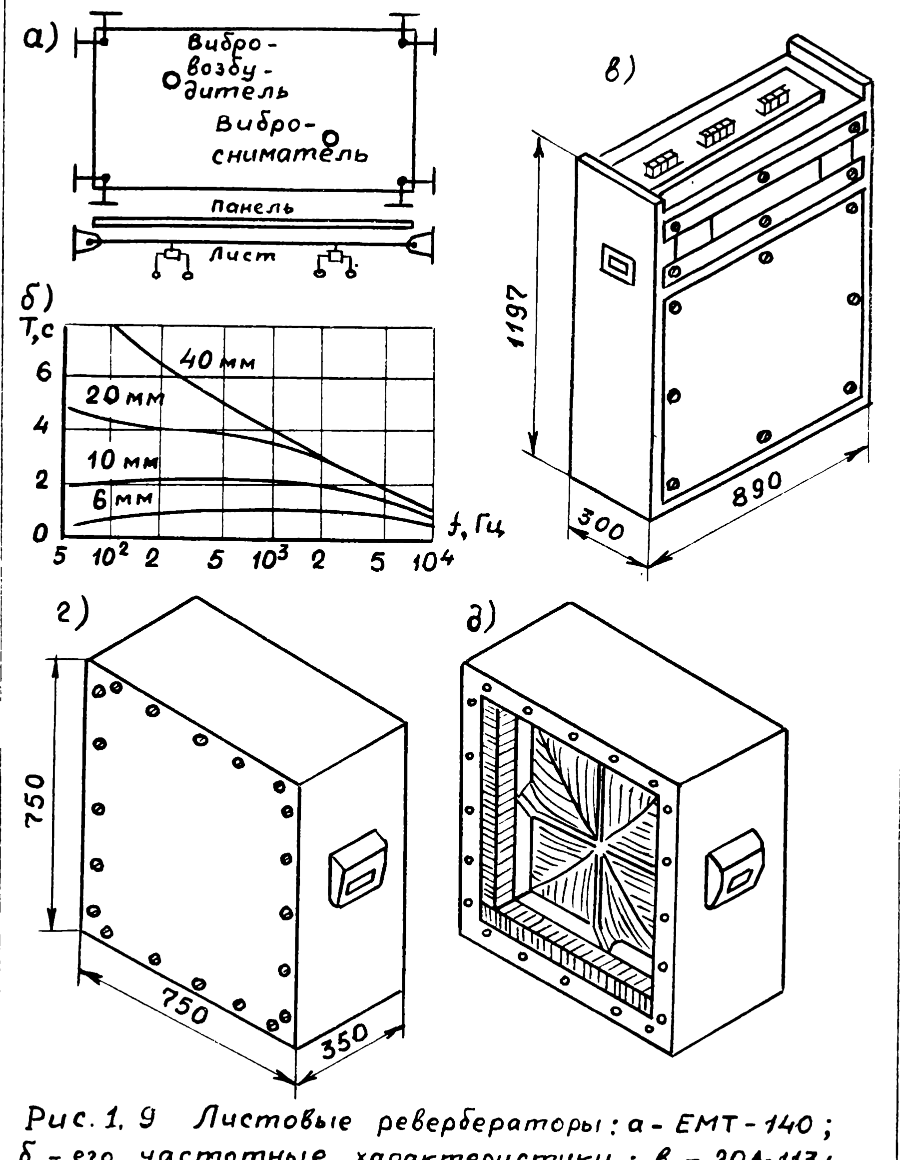


Рис. 1. 9 Листовые ревербераторы: а - ЕМТ-140; б - его частотные характеристики; в - 20А-117; г и д - ЕМТ-240 с закрытой и открытой крышкой.

Приближение стального листа к панели из микропористого звукопоглотителя вызывает увеличение затухания колебаний листа и, следовательно, уменьшает время реверберации; удаление от панели увеличивает время реверберации. Графики зависимости времени реверберации от частоты при различном расстоянии между листом и панелью приведены на рис.I.9б.

Время реверберации листового реверберататора определяется по формуле:

$$T = \frac{6,9}{\sigma} = \frac{13,8\,M}{r},$$

где: $\sigma = \frac{r}{2M}$ - показатель затухания;

M - масса единицы поверхности листа;

r - активная составляющая сопротивления излучения листа.

В настоящее время у нас находят применение листовые ревербераторы 20А-II7,ЕМТ-I40,ЕМТ-240 и некоторые другие /рис.I.9а- - I.9в/.

Пружинный реверберататор по принципу действия наиболее близок к листовому, но в нем задержка затухания колебательного процесса достигается за счет металлической пружины,к одному из концов которой прикрепляется излучатель,а к другому - приемник колебаний.В радиодомах находят применение пружинные ревербераторы ВХ-15 и ВХ-20 фирмы AKG /Австрия/,а также отечественный пружинный реверберататор МЭЗ-203.Но в целом широкого распространения эти устройства не получили.

Наиболее перспективными в настоящее время являются цифровые ревербераторы и линии задержки.Современные достижения микросхемотехники и микропроцессорной техники позволяют создать высококачественные ревербераторы с большими технологическими возможностями при сравнительно небольших размерах.

Принцип действия цифровых ревербераторов заключается в том, что исходный аналоговый сигнал с помощью аналого-цифрового преобразователя АЦП преобразуется в цифровую форму, цифровой сигнал проходит соответствующую временную обработку /осуществить задержку импульсов во времени гораздо проще, чем осу-

ществить это без искажений с аналоговым сигналом/, прореверберированный сигнал с помощью цифроаналогового преобразователя ЦАП преобразуется вновь в аналоговую форму, и этот сигнал через соответствующий усилитель поступает на выход для подмешивания к основному сигналу. Принцип преобразования аналогового сигнала в цифровой рассматривается ниже в разделе I.IO.

В качестве примера на рис.I.IOа приведена структурная схема цифрового ревербератора ЕМТ-250. Чтобы уменьшить дискретность реверберационного сигнала, генератор тактовых импульсов ГТИ делается со случайной выборкой. Фильтры нижних частот ФНЧ служат для ограничения полосы пропускания. Как видно из структурной схемы, ревербератор ЕМТ-250 имеет 4 выхода, обеспечивающих различную задержку сигналов. Этот ревербератор имеет следующие режимы работы: реверберация, задержка, эхо, космос, хор, стереофазирование. Внешний вид ЕМТ-250 показан на рис.I.IOб.

Еще большими технологическими возможностями обладает цифровой ревербератор ЕМТ-25I. В режиме "реверберация" он обеспечивает время реверберации Т= 0,4 - 4,5 с на частоте I кГц, причем его можно изменять ступенями - предусмотрено I6 ступеней. Можно имитировать задержку "отдельного отражения". Количество "отдельных отражений" может выбираться от одного до трех. Интервал времени между этими тремя отражениями выбирается от 40 до I20 мс.

В режиме "задержка" на выходах I - 4 можно получить следующие задержки сигнала: I - до 4 мс; 2 - до I6 мс; 3 - до 80 мс; 4 - до 440 мс. В режиме "хор" обеспечивается увеличение количества слышимых источников звучания и вместо звучания солиста создается иллюзия хорового пения. В режимах "космос-I" и "космос-2" обеспечивается большое время реверберации - до I5 с. В режиме "эхо" создаются повторяющиеся отражения, расположенные в интервале времени до 440 мс, с

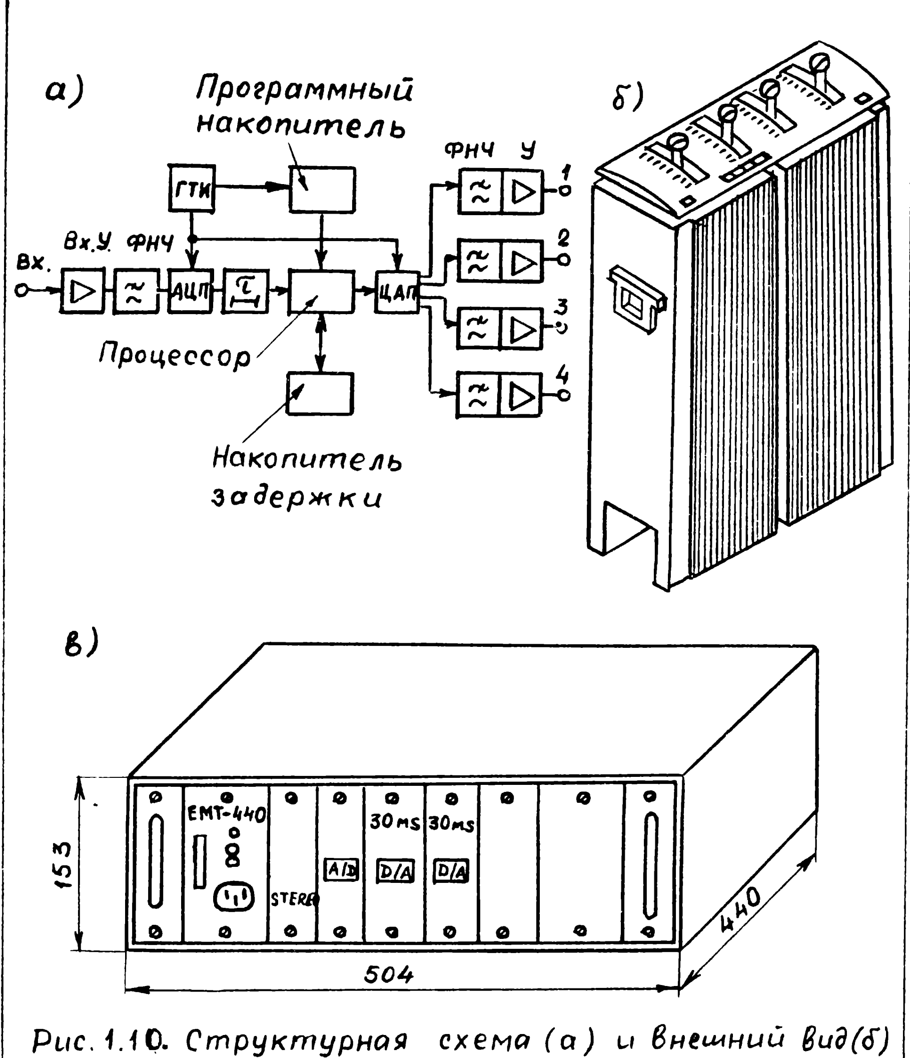


Рис. 1.10. Структурная схема (а) и внешний вид (б) цифрового ревербератора EMT-250; цифровая линия задержки EMT-440 (в)

затуханием за это время от 0 дБ до 60 дБ.

В ревербераторе ЕМТ-251 используются 16-разрядные АЦП и ЦАП с частотой стробирования f_c = 34 кГц. Скорость обработки сигналов микропроцессором составляет 40 нс. Объем памяти: "ROM" - 32 кбит; "РАМ" - 256 кбит.

Ревербератор имеет следующие параметры. Номинальные входной и выходной уровни +6 дБн /можно изменять от -10 до +15 дБн/. Имеется резерв по перегрузке на 6 дБ, т.е. максимальный входной уровень составляет +2 ÷ +21 дБн. Входное сопротивление 5 кОм, выходное - 60 Ом. Вход и выходы симметричные.

Диапазон звуковых частот 30-14800 Гц с неравномерностью от +1 до -3 дБ. Коэффициент гармоник на частоте 1 кГц при номинальном выходном уровне не превышает 0,5%. Уровень интегральной помехи по отношению к номинальному уровню не превышает -70 дБ в режиме реверберации при Т=2с. Предусмотрено дистанционное управление. Потребляемая мощность 200 ВА, масса 45 кг.

На рис.1.10в приведен внешний вид цифровой линии задержки ЕМТ-440. Она обеспечивает задержку до 30, 60, 90 или 120 мс с возможностью изменения через 7,5 мс. Частота стробирования 30 кГц, кодирование квази -12-разрядное. Линия задержки имеет симметричные вход и выходы. Номинальные входной и выходной уровни составляют +6 дБн. Входное сопротивление не менее 10 кОм, выходные - не более 60 Ом. Диапазон звуковых частот составляет 40 ÷ 12000 Гц с неравномерностью не более 3 дБ. Коэффициент гармоник в диапазоне 100 ÷ 5000 Гц не более 0,3% при измерении на уровнях от номинального до -20 дБ и не более 1% при измерении на уровне -40 дБ по отношению к $N_{ном}$. Уровень интегральной помехи не более - 70 дБ.

1.8. Контроль уровней.

Контроль уровней в радиодомах и на телецентрах страны осуществляется с помощью измерителей уровня квазипиковых /ИУ/, параметры которых нормированы ГОСТом 21185-75 [8].

В соответствии с ГОСТ 21185-75 квазипиковые измерители уровня должны иметь время интеграции 5 мс. Время интеграции $t_и$ - это длительность одиночного радиоимпульса номинального уровня с частотой заполнения 5 кГц, при воздействии которого указатель показывающего прибора ИУ доходит до отметки - 2 дБ /80%/. Применительно к светодиодным и другим ИУ, у которых нет подвижной системы, в этом определении вместо слов "доходит до отметки -2 дБ" следует понимать "загораются светоизлучающие элементы до отметки -2 дБ". К настоящему времени во всех радиодомах и на телецентрах /за исключением некоторых кинокомплексов телецентров/ применяются именно такие ИУ - с временем интеграции 5 мс.

Время интеграции определяется по динамической характеристике ИУ /рис.I.IIа/.Практика эксплуатации показывает, что этот параметр необходимо периодически проверять. В противном случае начинают замечать, что измерители уровня дают различные показания на одном и том же контролируемом сигнале.В некоторых организациях этому серьезному вопросу не уделяют должного внимания. В результате показания приборов становятся недостоверными.Чаще всего происходит увеличение времени интеграции,а это означает, что приборы "недопоказывают,"т.е. дают заниженные показания уровней.Известно,что если время интеграции с величины 5 мс увеличивается до 30-80 мс,то на речевых передачах ИУ дает занижение показаний на 6-10 дБ. Это означает, что когда ИУ показывает 0 дБ, то на самом деле уровень речевого сигнала на 6-10 дБ превышает номинальное значение,и,следовательно,при этом возникают большие нелинейные искажения.На плавных музыкальных сигналах занижение уровней сказывается в меньшей степени.

Для проверки времени интеграции используются специальные датчики радиоимпульсов [21], называемые также датчиками тональных импульсов, т.е. импульсов с синусоидальным заполнением и прямоугольной огибающей. Если такого прибора нет, то испытательные радиоимпульсы можно получить с выхода схемы совпадения /схемы И/, на один вход которой подается сигнал с гене-

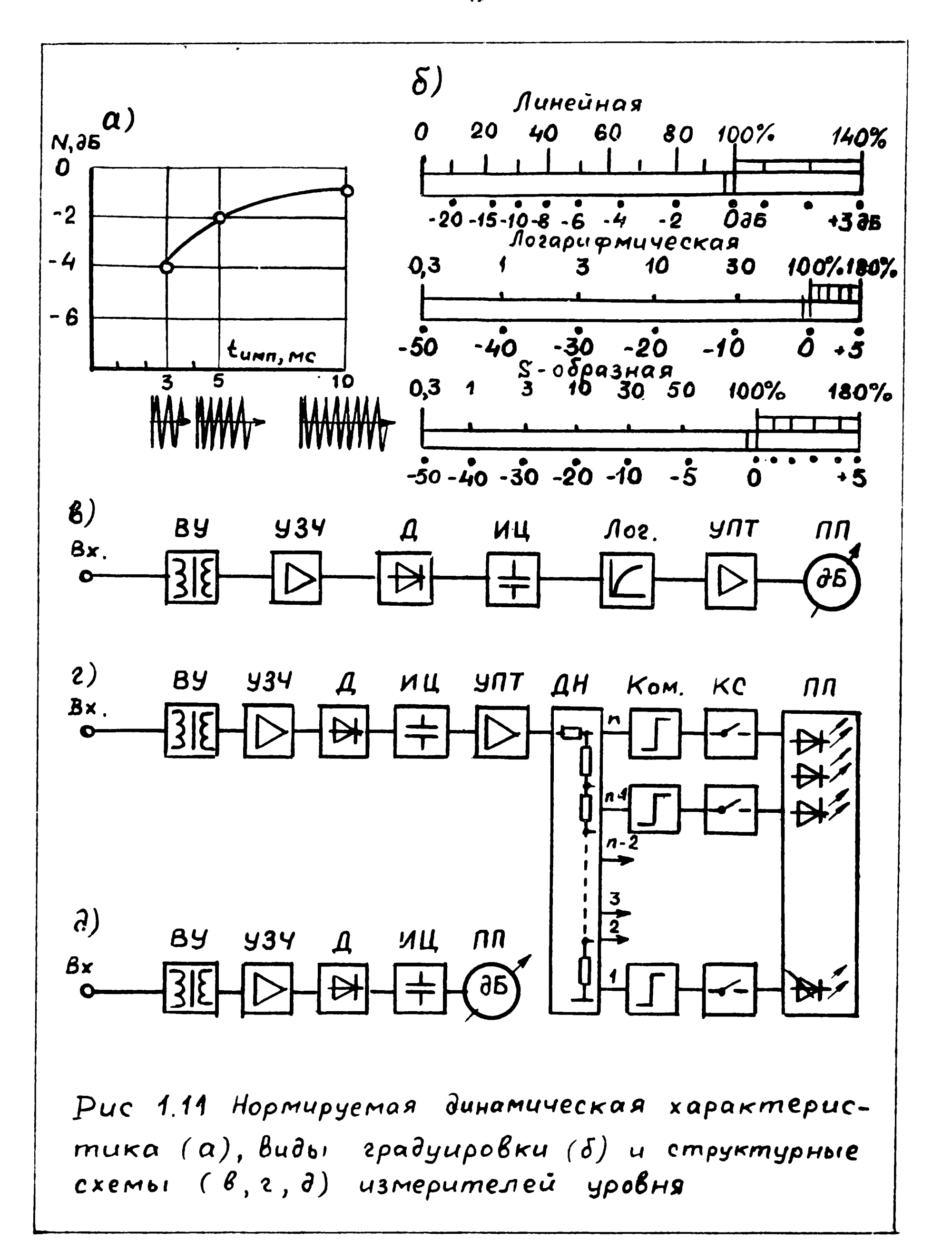


Рис 1.11 Нормируемая динамическая характеристика (а), виды градуировки (б) и структурные схемы (в, г, д) измерителей уровня

ратора прямоугольных импульсов.

Проверять время интеграции с помощью специальной измерительной ленты, на которую записаны испытательные радиоимпульсы, нежелательно, так как этот метод из-за нестабильности уровня испытательных сигналов дает погрешность до 3 дБ, что не соответствует требованиям ГОСТа. Этот метод пригоден только для ориентировочной оценки времени интеграции.

В зависимости от назначения квазипиковые ИУ делятся на 2 типа:
- приборы первого типа - это ИУ, предназначенные для оценки уровня сигналов звукового вещания в процессе его оперативного регулирования /приборы для оперативного контроля/; эти ИУ имеют большой динамический диапазон измеряемых уровней /от 44 до 65 дБ/;
- приборы второго типа - это ИУ, предназначенные для оценки уровня сигналов звукового вещания в тех точках тракта, где не производится оперативной регулировки уровней /приборы для эксплуатационного контроля/; эти ИУ более просты по устройству, но имеют динамический диапазон всего лишь 23 дБ.

В радиодомах и на телецентрах имеются приборы обоих типов.

Некоторые параметры у ИУ первого и второго типа нормируются одинаково. К ним относятся: время интеграции 5 мс; переброс указателя до I дБ, диапазон частот 3I,5 - I6000 Гц; неравномерность АЧХ в пределах ± 0,5 дБ и некоторые другие. К числу параметров, по которым ИУ первого и второго типа отличаются друг от друга, относятся прежде всего время возврата, динамический диапазон и градуировка шкалы.

Время возврата $t_в$ - это время, за которое показания ИУ уменьшаются с 0 дБ до - 20 дБ после отключения источника стационарного гармонического сигнала частоты 1 кГц со входа измерителя уровня. С точки зрения большей точности измерения максимальных уровней желательно иметь время возврата как можно бо́льшим: в этом случае после отклонения до максимума, указатель ИУ как бы замирает в этом положении на некоторое время и затем начинает медленно возвращаться в исходное

положение. Но в этом случае показания ИУ совершенно не соответствуют значениям минимальных полезных сигналов и, следовательно, значениям динамического диапазона передач. Минимальные уровни оказываются завышенными, а динамический диапазон - заниженным. В то же время, если сделать время возврата очень маленьким, то возникает другой существенный недостаток - мелькание указателя /стрелки, "зайчика", столбика и т.д./. За показаниями таких приборов невозможно уследить. Поэтому нормируются следующие значения времени возврата, определенные экспериментальным путем: у приборов первого типа $t_в$= I,7$\pm$0,3 с, у приборов второго типа $t_в$= 3$\pm$ I с.

Динамический диапазон /ДД/ у измерителей уровня первого типа должен быть большим /не менее 40 дБ/, так как по этим приборам звукорежиссеры и звукооператоры следят за динамическим диапазоном в процессе его оперативного регулирования. ГОСТом рекомендуются два значения динамического диапазона ИУ первого типа: от - 40 до + 4дБ,от - 50 до +5 дБ. Измерители уровня МАК-II3 венгерского производства в соответствии с рекомендацией МЭК-268-10а имеют ДД= -60 + 5 дБ. На практике встречаются также зарубежные ИУ первого типа с ДД= - 50 ÷ + I дБ; - 50 ÷ + 2 дБ; - 40 ÷ + 6 дБ и др.

Измерители уровня второго типа обычно устанавливаются в тех точках тракта, где не производится оперативная регулировка уровней и основным вопросом является: превышается номинальный уровень 0 дБ или нет? Поэтому все ИУ второго типа имеют небольшой динамический диапазон ДД= - 20 ÷ + 3 дБ.

Шкалы ИУ обоих типов градуируются в децибелах и процентах относительно номинального уровня 0 дБ /100%/.

Важное значение имеют размеры и градуировка шкалы ИУ. Оптимальной длиной шкалы считается I60-200 мм, так как при этом на расстоянии I м можно с достаточной точностью определять уровни и в то же время не нужно поворачивать голову для контроля, так как вся шкала находится в поле зрения.

Что касается градуировки, то ГОСТом рекомендуется 3 характерных вида шкалы: линейная, логарифмическая и S-образная /рис.I.IIб/.

Линейная шкала бывает только у ИУ второго типа. Недостатком такой шкалы является небольшой динамический диапазон. Этот недостаток устраняется при логарифмической шкале. Для получения логарифмической шкалы применяется специальный функпиональный преобразователь - логарифматор, который позволяет получить практически любой динамический диапазон. Однако при логарифмической шкале появляется другой недостаток - оказывается слишком сжатой область шкалы вблизи наиболее важной части - около отметки 0 дБ. Приборы с S-образной шкалой сочетают в себе достоинства первых двух: большой динамический диапазон при достаточно растянутой области вблизи номинального уровня 0 дБ. Внешний вид ИУ показан на рис.I.I2.

В 1982 году сотрудниками ВНИИТР были проведены исследования вопроса о том, какой тип прибора является наиболее предпочитаемым [I8]. В качестве экспертов выступали в основном специалисты радиокомплекса ТТЦ. Сравнивались 5 типов приборов: стрелочный ИУ-I, "зайчиковый" ОМС-02, светодиодный МАЕ-II3, газоразрядный ИУ-I2 и дискретный шкальный EIS -505. Было выяснено, что наибольшее предпочтение имеют светодиодные ИУ, получившие предпочтение в среднем 81% по сравнению с другими типами. Наименее предпочитаемыми оказались стрелочные приборы.

Только 13% эксперто-показаний были высказаны в пользу их применения. Остальные три вида приборов получили примерно одинаковое число эксперто-показаний /по 50%/ при их попарном сравнении.

На рис.I.II в-д приведены 3 структурные схемы измерителей уровня. Схема I.IIв соответствует ИУ первого типа с индикацией на стрелочном, "зайчиковом" или газоразрядном приборе, схема I.IIг - ИУ с индикацией на светодиодах, схема I.IIд - измерителю уровня второго типа. Входящие в их состав блоки имеют следующее назначение.

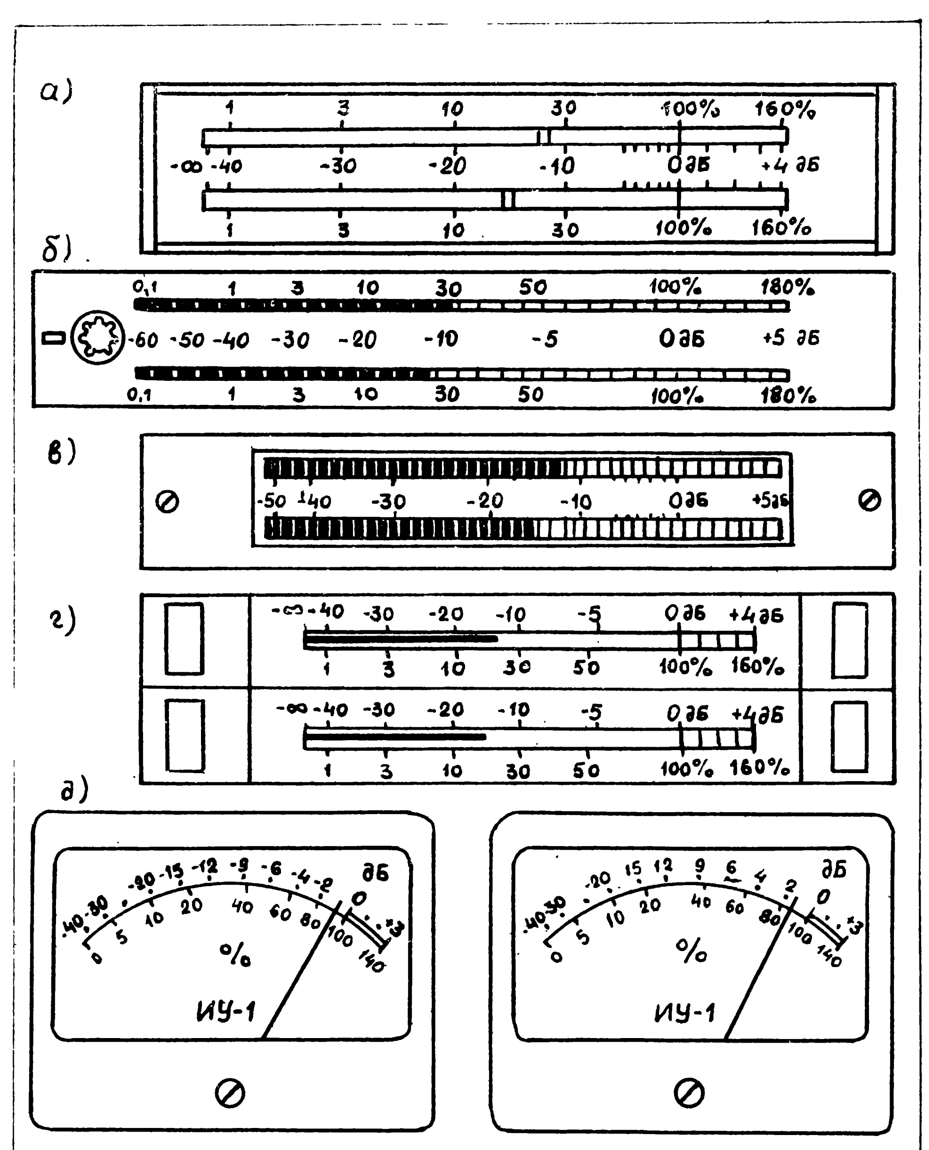


Рис.1.12. Внешний вид показывающих приборов измерителей уровня: а - ОМС-02 ; б - МАК-113; в - EIS-505; г - ИУ-12 ; д - ИУ-1.

Входное устройство ВУ обеспечивает большое входное сопротивление, симметричность входа и регулировку чувствительности. Большое входное сопротивление необходимо для того, чтобы не шунтировать контролируемую цепь и не изменять ее характеристики. Симметричность входа нужна для того, чтобы ИУ можно было подключать как к несимметричным, так и к симметричным контролируемым цепям. Раньше симметрия входа обеспечивалась входным трансформатором, сейчас - чаще всего применением операционного усилителя с дифференциальным включением. Регулировка чувствительности нужна для обеспечения возможности подключения ИУ к точкам тракта с различным номинальным уровнем.

Усилитель звуковых частот УЗЧ выполняет 3 основные функции:

- обеспечивает электрическую развязку детектора и контролируемой цепи, так как непосредственное подключение детектора к контролируемой цепи может вызвать большие нелинейные искажения;
- обеспечивает усиление сигналов до величины, необходимой для детектирования;
- обеспечивает низкое выходное сопротивление, которое входит в цепь заряда интегрирующей цепи, а при большом выходном сопротивлении УЗЧ невозможно получить нужное время интеграции 5 мс; в случае применения детектора на операционных усилителях последние две функции переходят непосредственно на детектор.

Детектор в ИУ также имеет ряд особенностей. Во-первых, он всегда выполняется по двухполупериодной схеме, так как вещательные сигналы могут иметь несимметричный характер. При однополупериодном детектировании возможна ситуация, когда в тракте существует перегрузка, а ИУ этого не показывает (контролируется другой полупериод). Во-вторых, для детектирования используется по возможности линейный участок амплитудной характеристики. В-третьих, поскольку в квазипиковых ИУ соотношение постоянных времени разряда $\tau_р$ и заряда $\tau_з$ составляет примерно $\tau_р = 1000 \cdot \tau_з$, то примерно таким же должно быть и соотношение разрядного и зарядного сопротивлений: $R_р = 1000\ R_з$.

В противном случае трудно обеспечить требуемое малое значение времени интеграции $t_И$= 5 мс либо требуемое большое значение времени возврата $t_В$= 4 с.

Интегрирующая цепь ИЦ является основным звеном, определяющим 2 самых важных динамических параметра: время интеграции и время возврата.

Более подробно с вопросами контроля уровней можно ознакомиться в [18,21]

Глава 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ "ПЕРСПЕКТИВА".

2.1. Назначение.

Звуковое оборудование серии "Перспектива" представляет собой комплекс, обеспечивающий совместно с комплексом видеооборудования создание и передачу телевизионных программ. Оборудование в принципе может применяться и для создания радиовещательных программ. Оборудование позволяет создавать не только студийные передачи, но также передачи от внешних источников: кинопроекционных и видеомагнитофонных аппаратных, внешних линий и т.д.

2.2. Состав оборудования.

В состав звукового оборудования АСК "Перспектива" входит:

1. Пульт звукорежиссера П-71 (или П-62)
2. Пульт диктора П-68.
3. Шкаф коммутации С-1481.
4. Шкаф связи С-1483.
5. Шкаф системы озвучивания студии С-1497.
6. Шкаф питания конденсаторных микрофонов С-1498.
7. Щит распределительный ЩР-7.
8. Акустический контрольный агрегат малый АКМ-2.
9. Акустический контрольный агрегат большой АКБ-2.
10. Табло студии ТБ-26.
11. Табло аппаратной ТБ-23.
12. Табло коридорное ТБ-25.
13. Пульт связи ПС-10.
14. Звуковая колонка 25КЗ-12.

I5. Звуковая колонка 2КЗ-5.
I6. Головные телефоны ТА-56М.
I7. Коробка абонентская КА-I.
I8. Комплект микрофонов МК-I8, МКЭ-4М, МКЭ-5, МКЭ-6, МКЭ-7, МД-78.
I9. Шкаф радиосвязи и радиомикрофонов С-I482.
20. Измеритель параметров звуковых трактов ИПЗТ-I.
2I. Магнитофон STM-600 (импорт).
22. Ревербератор ЕМТ-240 (импорт).
23. Комплект ЗИП, кабелей, приспособлений.
24. Комплект эксплуатационной документации.

Пульт звукорежиссера П-7I, в свою очередь, состоит из следующих изделий и блоков:

I. Пульт звукорежиссера П-62 со следующими блоками.

I.I.	Кассета входная (индивидуальная) КСИ-7	- I0 шт.
I.2.	Кассета выходная КСВ-7	- 3
I.3.	Кассета групповая КСГ-2	- 5
I.4.	Блок коммутации Б-I83	- 25
I.5.	Блок коммутации Б-I82	- 4
I.6.	Блок коммутации спецэффектов Б-I8I	- 6
I.7.	Блок коммутации спецэффектов Б-I80	- I
I.8.	Блок коммутации спецэффектов Б-I84	- 2
I.9.	Блок ключей КМ-03	- I
I.I0	Измеритель уровня ИУ-I2	- 2
I.II.	Измеритель уровня ИУ-I8	- 2
I.I2.	Блок разделительных усилителей БУ-36	- 2
I.I3.	Блок питания БП-04б	- I3
I.I4.	Блок питания БП-05б	- 4
I.I5.	Блок питания БП-06б	- I
I.I6.	Блок питания БП-07	- 2
I.I7.	Генератор звукового сигналов ГН-37	- I
I.I8.	Блок авторегуляторов	- I
I.I9.	Кассета контроля КСК-3	- 2
I.20.	Кассета контроля КСК-4	- I

2. Входная приставка ПР-4 со следующими блоками:
   2.1. Кассета входная (индивидуальная) КСИ-7 - 6
   2.2. Блок коммутации Б-183 - 15
   2.3. Блок коммутации спецэффектов Б-181 - 3
3. Приставка связи со следующими блоками:
   3.1. Микрофон МД-66Э - 1
   3.2. Корректор эффектов КЭ-1-1 - 1
   3.3. Телефонный аппарат ТА-68-АТС - 1
   3.4. Авиационные часы АЧС-1 - 1

2.3. Технические данные

1. Количество универсальных входов низкого и высокого уровня сигналов у пульта П-71....................32
2. Количество универсальных входов низкого и высокого уровня сигналов у пульта П-62....................20
3. Количество основных выходных каналов 4
4. Количество групповых каналов.................. 8
5. Количество последовательно включенных регуляторов уровня.................................... 3
6. Входное сопротивление в диапазоне частот 30-15000 Гц:
   - для источников низкого уровня (микрофонов)... 600 Ом
   - для источников высокого уровня .... 5 кОм
7. Максимальное входное напряжение, обеспечивающее номинальный выходной уровень:
   - для источников низкого уровня................ 5 мВ
   - для источников высокого уровня .... 11 В
8. Усиление звукового сигнала в положении "Микрофон" 85 дБ
9. Максимальное уменьшение чувствительности: ступенями по 3, дБ.. 28 дБ
10. Номинальное сопротивление нагрузки..............600 Ом
    минимальное сопротивление нагрузки..............200 Ом
11. Номинальное выходное напряжение 1,55 ± 0,15 и 4,4±0,63
12. Максимальное выходное напряжение 3,9±0,4 В и 11±1,1 В
13. Превышение номинального выходного уровня при включенном ограничителе уровня в режиме ограничения на 10 дБ не должно быть более................................ 0,7 дБ

I4. Рабочий диапазон частот 30-I5000 Гц

I5. Неравномерность АЧХ:

- при выключенных индивидуальном и групповом корректорах в диапазоне частот 45-I0000 Гц.................... ±0,3дБ
- то же в диапазоне 30-I5000 Гц...........от +0,35 до -0,8 дБ

- при включенном индивидуальном или групповом корректоре и линейной его АЧХ в диапазоне 30 - I5000 Гц....... ±2дБ.

I6. Коэффициент гармоник при выключенных корректорах:
- на частотах до I00 Гц.............................. 0,9%
- на частотах от I00 до 200 Гц....................... 0,7%
- на частотах свыше 200 Гц 0,35%

I7. Коэффициент гармоник при включенном индивидуальном или групповом корректоре и линейной его АЧХ:
- на частотах до 200 гц.............................. I,3%
- на частотах свыше 200 гц........................... 0,9%

I8. Коэффициент гармоник при включенном ограничителе уровня в режиме ограничения на I0 дБ:
- на частотах до 200 Гц.............................. 2%
- на частотах свыше 200 Гц........................... I,3%

I9. Уровень интегральной помехи .... -64 дБ

20. Уровень внятной переходной помехи................. -75 дБ

2I. Корректоры входных и групповых кассет обеспечивают:
- срез низких частот в положении переключателей 60, I20, I80 и 300 Гц и срез высоких частот в положении переключателей 3, 6, 9 и I2 кГц с затуханием I2 дБ/октаву; неравномерность АЧХ в полосе прозрачности......от +2,5 до -3 дБ,
- плавный подъем и завал АЧХ на ±I2 дБ на частотах 60 Гц и I0 кГц,
- подъем и завал АЧХ с помощью фильтров "присутствия" на частотах 0,8; I,4; 2; 2,8; 4 и 5,6 кГц на величину... ±I0 дБ

22. Система слухового контроля программ обеспечивает контрольное прослушивание:

- на 2 акустических контрольных агрегата звукорежиссера,
- на акустический контрольный агрегат видеорежиссера,

- на акустический контрольный агрегат видеоинженера,
- на звуковые колонки студии.

23. Система слухового контроля обеспечивает звукорежиссеру возможность контрольного прослушивания при помощи акустических агрегатов всех источников программ, скоммутированных на входы пульта до и после их включения в передачу, а также контроль выходов каналов до и после линейного реле. При переключении с одной точки контроля на другую уровень на входе контрольного агрегата меняется не более чем на ±2 дБ относительно номинального входного напряжения акустического контрольного агрегата 0,2 В.

24. Система визуального контроля на пульте звукорежиссера обеспечивает контроль уровня звуковых сигналов на 4 измерителя уровня с временем интеграции 5 мс.

25. Система озвучивания обеспечивает воспроизведение звуковыми колонками любого источника в аппаратной, а также прослушивание команд от режиссера и помощника режиссера. Система озвучивания имеет следующие параметры:

- рабочий диапазон частот при подаче программ... 60-12000 Гц
- рабочий диапазон частот при подаче команд..... 300-3000 Гц
- неравномерность АЧХ........................... ± 1,5 дБ
- коэффициент гармоник на частотах свыше 100 Гц... 1,5 %,
- номинальное входное напряжение.................1,55В
- номинальная выходная мощность на нагрузке 144 Ом..60 Вт
- измерение уровня сигналов при переходе с одной точки контроля на другую .... ±2 дБ

26. Система радиомикрофонов рассчитана на работу на 4 фиксированных частотах: 163,1; 163,75; 166,5; 167,15 МГц.

27. Для проверки прохождения сигнала на входы всех кассет обеспечивается подача звуковой частоты от генератора ГН-37

28. Участок тракта от входа кассеты КСИ-7 до выхода тракта дополнительной шины имеет следующие параметры:

- номинальное входное напряжение .... 1,55 В
- коэффициент гармоник в диапазоне частот 30-15000 Гц..1%
- уровень интегральной помехи .... - 62дБ
- уровень фона .... - 63 дБ

29. Каналы связи (за исключением связи с камерами) обеспечивают следующие параметры:

- неравномерность АЧХ в диапазоне частот 150-6000 Гц..±3дБ
- коэффициент гармоник 5%
- уровень внятной переходной помехи между соседними каналами на частоте 1 кГц.......................... -60дБ

30. Система радиосвязи обеспечивает одновременную передачу команд режиссера и звукорежиссера операторам видеооборудования на частотах 27,02 и 27,1 мГц или 27,06 и 27,14 мГц соответственно.

31. Аппаратура питается от трехфазной сети переменного тока, стабилизированной до величины 220 В ± 5%. Вспомогательная аппаратура может питаться от нестабилизированной сети переменного тока 220 В. Потребление энергии от стабилизированной сети составляет 1,5 кВА, от нестабилизированной сети - 5 кВА.

32. При появлении неисправности в рабочем блоке питания (при резком понижении напряжения), питающем систему управления, цепи питания автоматически переключаются на резервный блок питания.

2.4. Основной звуковой тракт.

Звуковые сигналы на вход пульта П-71 могут поступать от 54 источников низкого уровня и 17 источников высокого уровня. Источники низкого уровня - это 48 студийных микрофона, 2 микрофона дикторских студий и 4 радиомикрофона. Источники высокого уровня - это 3 звуковых магнитофона, 2 телекинопроекционные и 2 видеомагнитофонные аппаратные, 4 внешних линии из АЦ, 4 линии от устройств спецэффектов, 2 измерительные линии (рис.2.1).

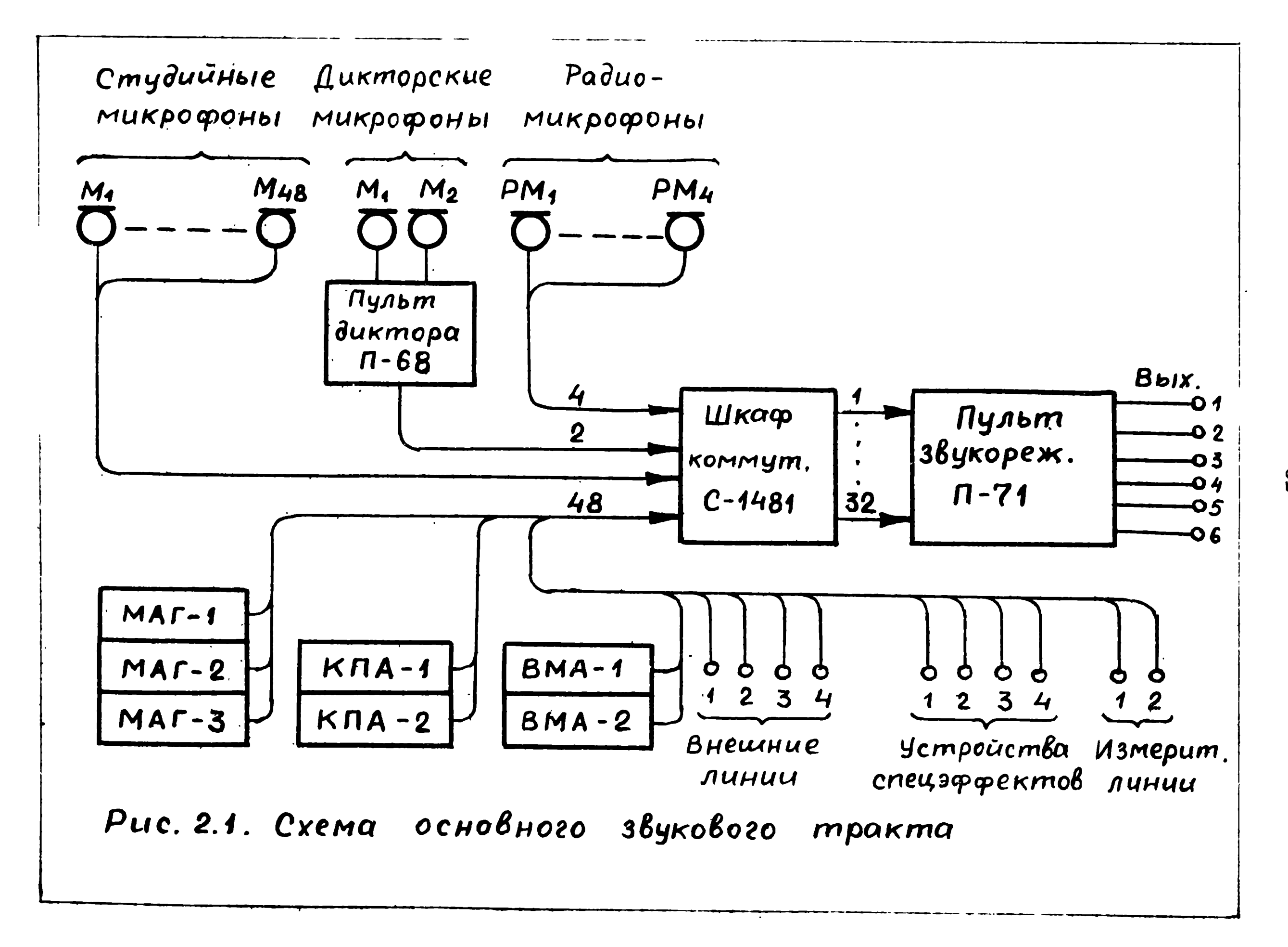


Рис. 2.1. Схема основного звукового тракта

В комплекс аппаратуры АСБ включены конденсаторные и электретные микрофоны МК-18, МКЭ-4М, МКЭ-5, МКЭ-6, МКЭ-7 для музыкальных передач, а также динамические микрофоны МД-78 для речевых передач.

Для подключения микрофонов на стенах студий и галерей в разных местах устанавливаются микрофонные розетки с таким расчетом, чтобы на любом участке студии можно было создать сценическую площадку и подключить к розеткам микрофоны короткими соединительными кабелями. Таких микрофонных розеток может быть установлено до 32 в одной студии. Для сокращения количества микрофонных линий целесообразно розетки соединять попарно, по определенному признаку. Линии от микрофонных розеток подводятся к входному коммутатору.

Питание конденсаторных микрофонов осуществляется от шкафа С-1498. Панель коммутации в шкафу позволяет с помощью шнуровой коммутации подать питание к любой микрофонной розетке студии.

Все линии от источников программ заводятся на входной коммутатор - шкаф коммутации С-1481. Он служит для ручной коммутации линии от источников на входы пульта звукорежиссера П-71, так как число линий от источников (около 65) значительно превышает число входов пульта П-71 (32 входа).

Пульт звукорежиссера П-71 состоит из пульта звукорежиссера П-62, имеющего 20 входных линеек, входной приставки ПР-4 с 12 входными каналами и приставки связи ПР-3. С помощью шкафа коммутации 24 микрофона и 4 радиомикрофона коммутируются на 8 входов микшерного пульта звукорежиссера П-62. Источники высокого уровня коммутируются на остальные 12 входов пульта П-62. Еще 24 микрофона могут быть скоммутированы на 12 входов приставки ПР-4.

Пульт звукорежиссера П-71 имеет 6 выходов: 2 основных и 2 резервных выхода предназначены для подачи программы на 2 выхода АПБ, а оставшиеся 2 выхода служат для подачи программы в студию для прослушивания.

2.5. Система контроля.

Система контроля звукового оборудования АСБ-ЦТ предусматривает слуховой контроль звуковых программ, визуальный контроль уровня сигналов в неоперативный контроль параметров качества тракта (рис.2.2).

Контрольное прослушивание программ происходит в режиссерской и технических аппаратных, в аппаратной видеорежиссера и в студии. Для контроля используются малые и большие акустические контрольные агрегаты АКМ-2 и АКБ-2.

Выбор точек контроля осуществляется при помощи блоков контроля, расположенных в кассетах контроля КСК-3 и КСК-4 пульта звукорежиссера П-7I и в шкафу связи и контроля С-I488. Кроме того, имеется возможность прослушивания выходных программ у операторов камер, микрофонного оператора, помощника режиссера. Прослушивание у них ведется на головные телефоны ТА-56М, к которым подводится также и канал командной связи.

Для визуального контроля за уровнем программ используются измерители уровня с газоразрядными показывающими приборами ИН-I3 с временем интеграции 5 мс (при достоверности показаний 80%). В пульте П-7I установлены 4 измерителя уровня. Из них 2 прибора ИУ-I8 закреплены за выходными линиями аппаратной и шинами РУ-I и РУ-2, а 2 измерителя уровня ИУ-I2 переключаются в КСК-3 для контроля различных точек звукового тракта (одновременно со слуховым контролем). Кроме того, по индикаторным трубкам ИН-I3, встроенным в регуляторы уровня кассет, осуществляется контроль за уровнем сигнала во всех входных КСИ-7 и групповых КСГ-2 кассетах пульта П-7I.

Для неоперативного контроля за параметрами качества звукового тракта в пульт П-7I встроен измерительный генератор ГН-37, с выхода которого сигнал может быть подан на любой вход пульта П-7I.

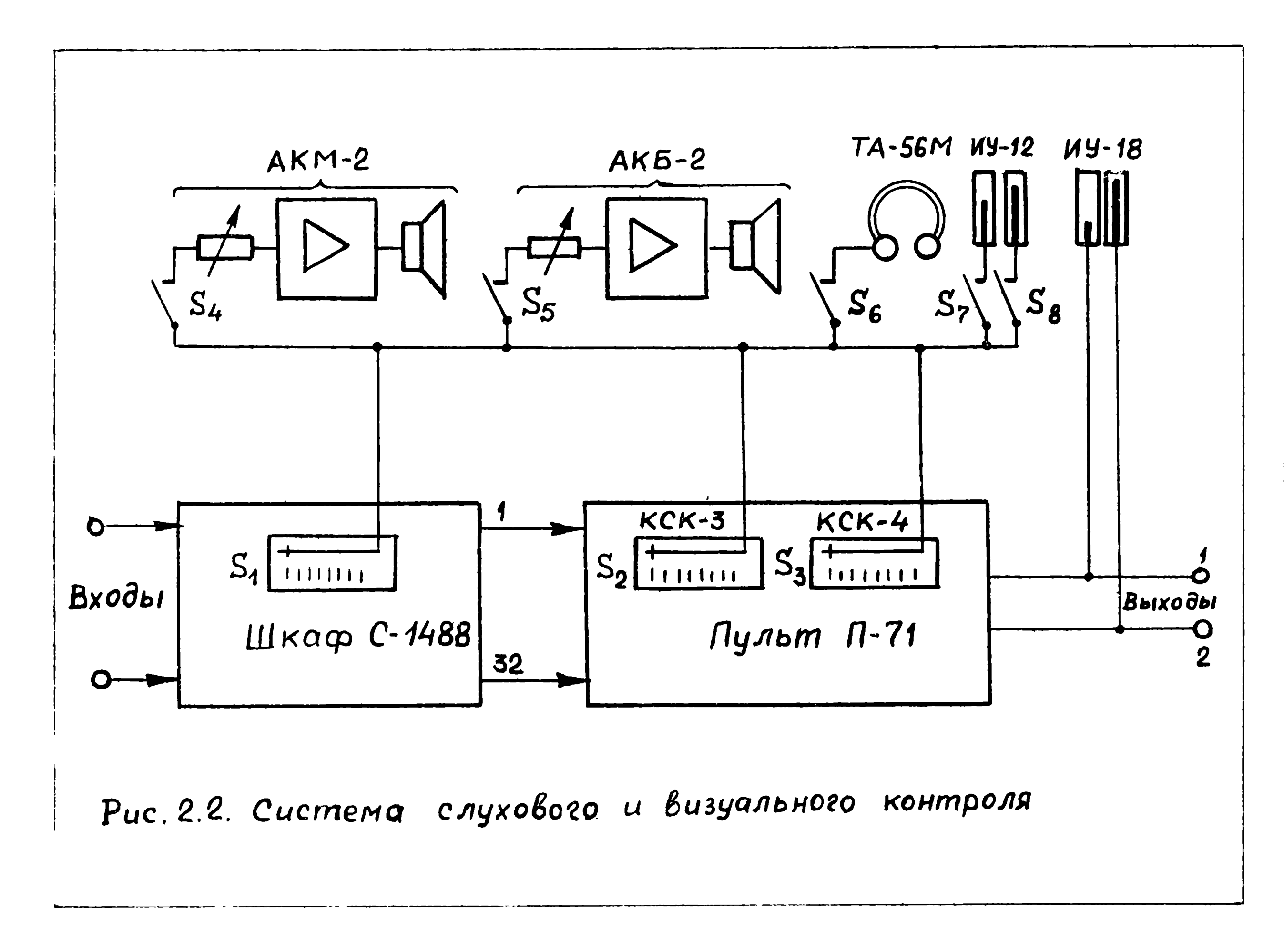


Рис. 2.2. Система слухового и визуального контроля

Кроме того, в составе оборудования АСБ-ЦТ имеется измеритель параметров звуковых трактов ИПЗТ-I, обеспечивающий измерение основных показателей качества.

Профилактический контроль звукового оборудования производится в измерительной лаборатории. Входы аппаратуры измерительной лаборатории являются полноправными источниками для пульта П-7I. Коммутация линий измерительной лаборатории на выходы и входы пульта П-7I осуществляется во входном коммутаторе С-I48I.

2.6. Система служебной связи.

В АСБ-ЦТ предусмотрены следующие направления связи:

а) связь видеорежиссера с тремя операторами внешних источников программ, тремя потребителями программ, диспетчером, двумя кинопостами, двумя диапроекторами, инженером кинопроекционной, пятью операторами камер, диктором, звукорежиссером, видеоинженером, помощником режиссера, инженером центральной аппаратной - всего по 25 направлениям;

б) связь звукорежиссера с видеоинженером, видеорежиссером, тремя операторами внешних источников программ, тремя потребителями программ, двумя постами видеомагнитофонной аппаратной, микрофонным оператором - всего по I9 направлениям (рис.2.3);

в) связь видеоинженера с видеорежиссером, звукорежиссером, тремя операторами внешних линий источников, тремя потребителями программ, диспетчером, двумя постами видеомагнитофонной аппаратной, инженером центральной аппаратной, камерным парком, осветителями, пятью операторами камер, инженером кинопроекционной - всего по 23 направлениям;

г) связь ассистента режиссера с тремя операторами внешних источников, двумя постами видеомагнитофонов, двумя кинопостами, двумя диапроекторами, пятью каналами управления видеомагнитофонами - всего по I3 направлениям;

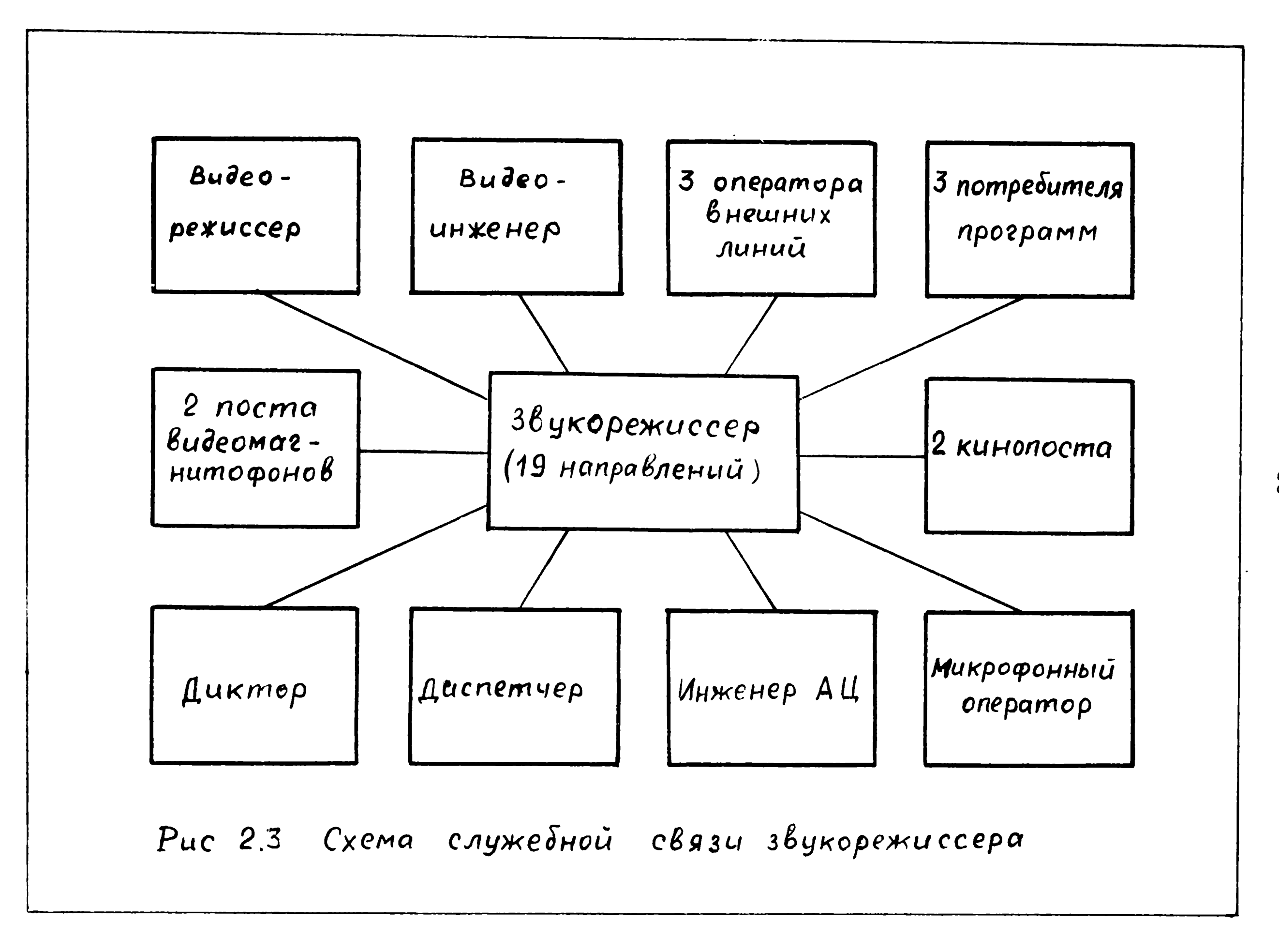


Рис 2.3 Схема служебной связи звукорежиссера

д) связь камерных каналов с камерами;

е) связь шефосветительской с осветителями студии.

Системой предусмотрены 3 вида связи: двусторонняя проводная, командная и радиосвязь.

Двусторонняя проводная связь используется для связи режиссера с операторами и внешними абонентами. Она осуществляется при помощи однонаправленных динамических микрофонов МД-80 и электродинамических громкоговорителей 2ГД-38, установленных либо на пультах режиссеров, либо на пультах связи ПС-10 у таких абонентов, как помощник режиссера, осветитель и др. У диктора, камерных и микрофонных операторов связь осуществляется при помощи микротелефонных гарнитур ГСШ-16С.

Командная связь предусмотрена для подачи команд в студию, фойе и артистические помещения. Громкоговорящая связь осуществляется при помощи системы озвучивания, которая заканчивается акустическими звуковыми колонками, расположенными в студии, артистических и фойе.

2.7. Система сигнализации.

В оборудовании АСБ-ЦТ приняты следующие сигналы сквозной сигнализации:

- "Источник готов".
- "Канал открыт".
- "Передача".

Сигнал "Источник готов" ("ИГ") образуется во входном коммутаторе С-1481 при подключении микрофонов ко входу звукового тракта пульта П-71. При подключении ко входу пульта П-71 источников высокого уровня сигнал "ИГ" поступает в АСБ от источников высокого уровня сигнал "ИГ" поступает в АСБ от источника сигнала. При соответствующей коммутации в пульте П-71 он образуется далее во входных, групповых и выходных кассетах пульта. Замыканием ключа "Все готово" сигнал "ИГ" выдается из АПБ потребителю.

Сигнал "Канал открыт" ("КО") формируется в пульте звукорежиссера при наличии местных сигналов "Источник готов", "Входной тракт открыт" и поступающего из аппаратной потребителя сигнала

"ПИ". Цепь питания сигнала "Ко" зажигает на пульте табло "Микрофон включен", если на вход тракта произведена коммутация хотя бы одного микрофона, или сигнал "Микрофон", если на вход скоммутирован источник высокого уровня.

Сигнал "Передача" формируется на выходе аппаратной двумя сигналами: сигналом "Канал открыт", поступающим к источнику, и местным сигналом пульта П-7I "Передача идет", образующимся при наличии сигналов "Все готово" и "Микрофон включен" (или "Источник высокого уровня включен").

2.8. Система озвучивания.

Система обеспечивает озвучивание студий и вспомогательных помещений АСБ-ЦТ, а также воспроизведение и прослушивание в этих помещениях команд от режиссеров и помощника режиссера.

Озвучивание студии применяется для музыкального сопровождения выступлений артистов разного жанра и других видов передач с воспроизведением музыки в записи.

Для подачи программ в студию в звукорежиссерском микшерном пульте П-7I предусмотрены два входных канала (пятый и шестой), построенные аналогично основным и предназначенные специально для системы озвучивания (рис.2.4).

Сигналы с выхода пульта П-7I подаются на вход шкафа системы озвучивания студии С-I497. Помимо выходных программ АСБ-ЦТ для подзвучивания могут использоваться сигналы и с других точек тракта, например, от внешних источников, от магнитофонов и т.п. Для этого в шкафу С-I497 предусмотрен вход "Звукореж.", на который сигнал с пульта П-7I набирается с помощью приставки ПР-3.

Для подачи команд от звукорежиссера и помощника режиссера в шкафу С-I497 предусмотрены входы, на которые подаются сигналы с соответствующих пультов.

В шкафу С-I497 осуществляется усиление и распределение сигналов озвучивания и команд в студию и во вспомогательные помещения (артистические, фойе). Шкаф имеет 4 независимых усилительных канала. Первый и второй каналы предназначены

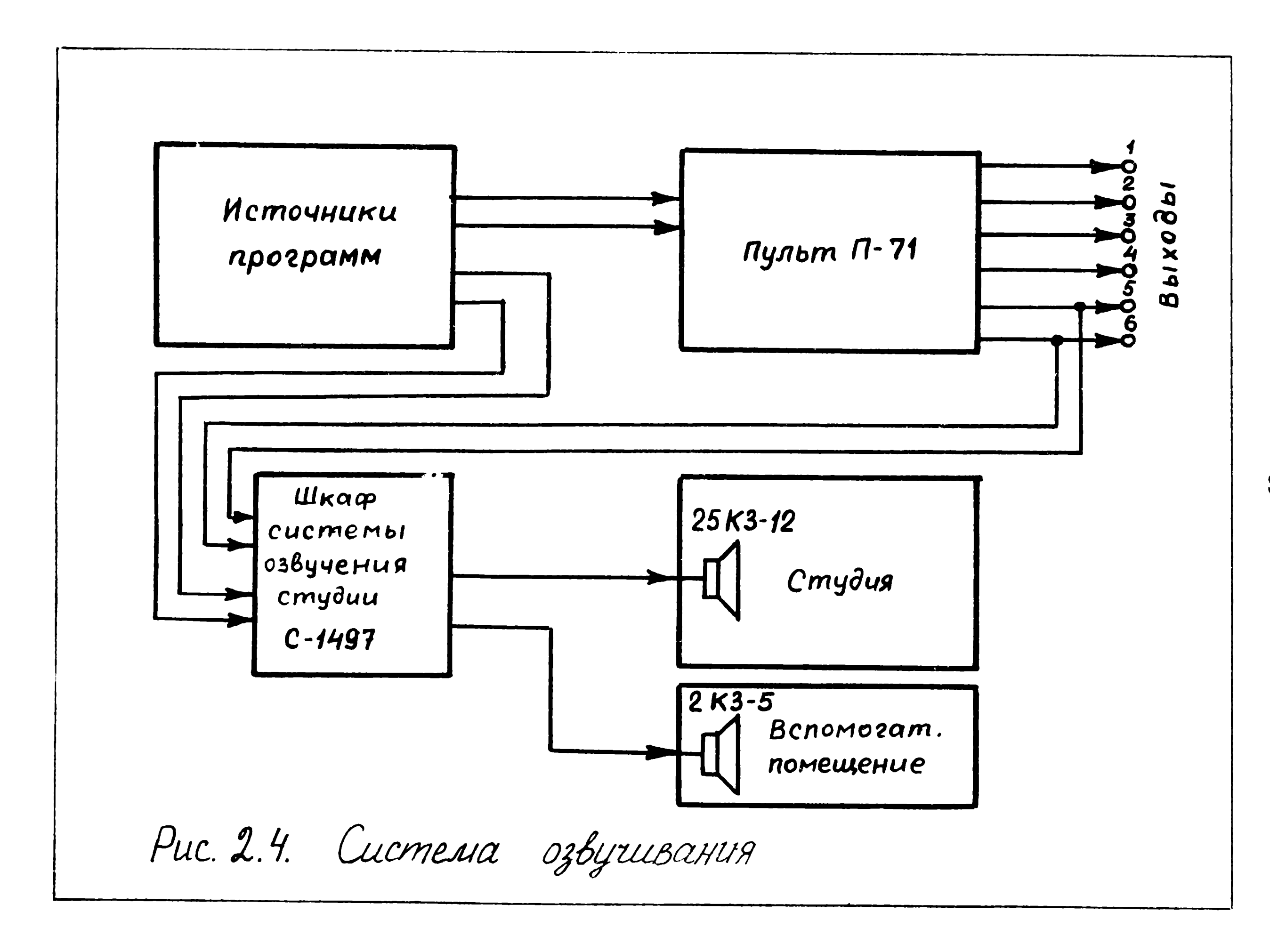


Рис. 2.4. Система озвучивания

для передачи всех сигналов озвучивания и команд в студию, третий - для озвучивания отдельных площадок студии, четвертый - для подачи сигналов в артистические помещения и в фойе.

Выбор программ на озвучивание по первым трем каналам производится кнопочными переключателями на панели коммутации ПНК-58 шкафа С-1497.

Для прослушивания сигналов озвучивания и команд в студии предусмотрены IO устанавливаемых стационарно звуковых колонок 25КЗ-I2 и 3 переносные звуковые колонки, также типа 25 КЗ-I2. Озвучивание вспомогательных помещений производится посредством звуковых колонок 2КЗ-5.

2.9. Система радиомикрофонов.

Система радиомикрофонов предназначена для работы в составе звукового оборудования АСЬ-ЦТ с использованием радиоакустических систем непосредственно в студии. Радиомикрофоны являются равноправными источниками звуковых сигналов, позволяя исполнителям свободно перемещаться по студии.

Комплекс аппаратуры радиомикрофона РМ-I4 содержит в своем составе:

- микрофоны МД-79 - 2 шт.
- микрофоны МКЭ-8 - 2 шт.
- микрофоны МКЭ-5 - 4 шт.
- переносные передатчики ПРДМ-I3- 4 шт.
- переносные передатчики ПРДМ-I4- 4 шт.
- стационарные приемники ПРМ-I4 - 4 шт.

Передатчик ПРДМ-I3 совмещен с динамическим микрофоном МД-79 или электретным микрофоном МКЭ-8 (рис.2.5а). Передатчик ПРДМ-I4 карманного типа работает с петличным электретным микрофоном МКЭ-5 (рис.2.6б).

Комплект аппаратуры "передатчик - приемник" рассчитан на работу на одной из четырех фиксированных частот 161,1;

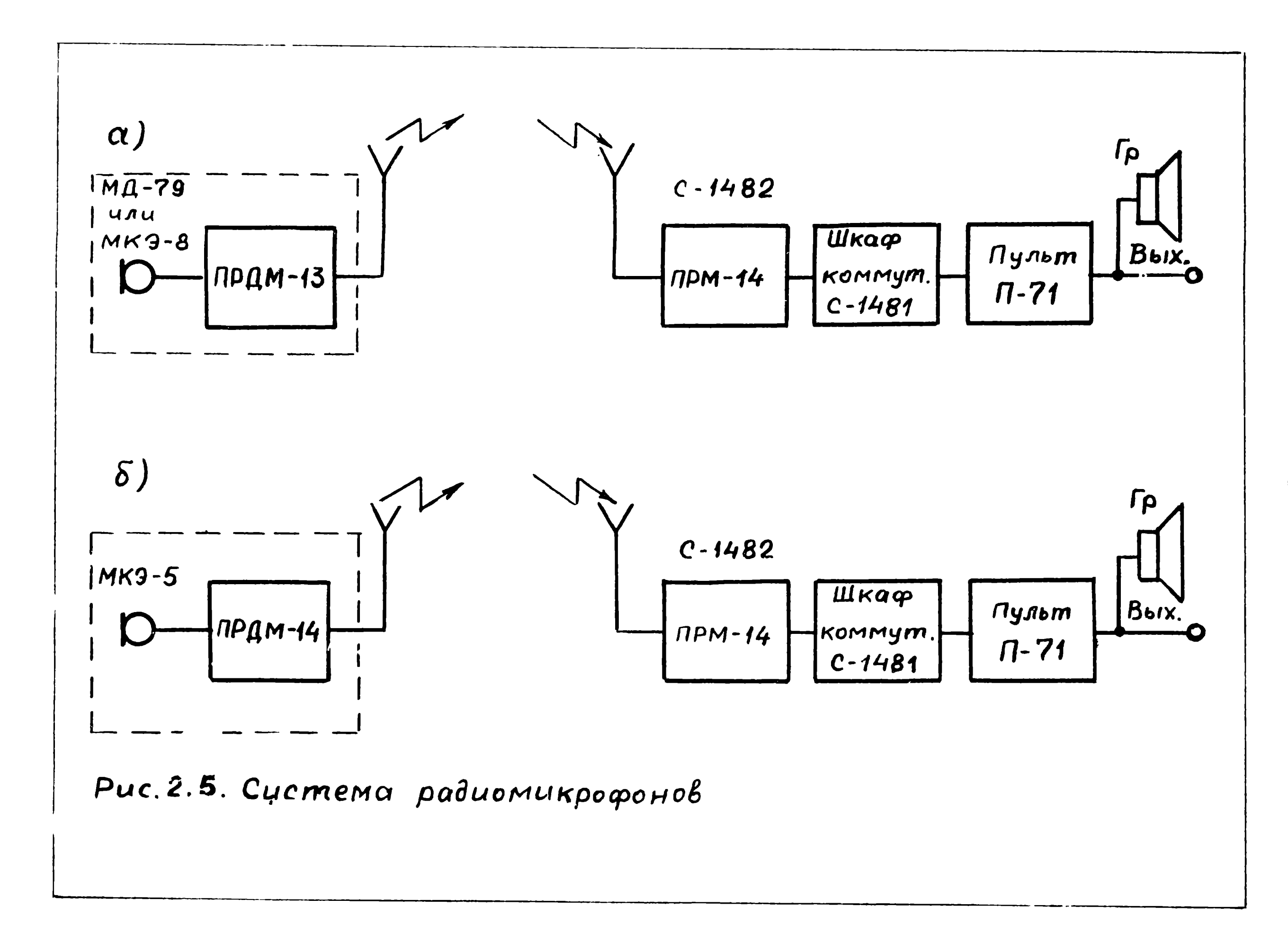


Рис. 2.5. Система радиомикрофонов

163,75; 166,5 или 167,15 МГц. Можно одновременно вести работу на двух каналах с разносом несущих частот в 1,5 МГц. С выхода приемника звуковой сигнал поступает на шкаф коммутации С-1481 и далее на пульт звукорежиссера П-71 или на шкаф связи С-1483 (в случае коммутации радиомикрофона помощнику режиссера).

Блок приемников ПРМ-14 с источником питания стационарно устанавливается в шкафу радиосвязи и радиомикрофонов С-1482. Приемные антенны размещаются на стенах студии и с помощью кабелей соединяются с приемниками. Передатчики раздаются актерам, выступающим в студии. Передатчик ПРДМ-13, совмещенный с микрофоном, располагается в руке исполнителя. Карманный передатчик ПРДМ-14 помещается в кармане или подвешивается на ремешке и подсоединяется к микрофону с помощью кабеля с разъемом.

2.10. Система радиосвязи.

Система радиосвязи предназначена для связи видео- и звукорежиссера с операторами студии и с помощником режиссера (в режиме передачи из студии). Она дополняет рассмотренную выше систему проводной связи, позволяя операторам студии и помощнику режиссера свободно перемещаться по студии. Эти функции выполняет комплекс аппаратуры радиосвязи, состоящий из 6 стационарных передатчиков ПРДС-1 и 12 переносных приемников ПРС-1.

Комплект аппаратуры "передатчик-приемник" рассчитан на работу на одной из четырех фиксированных частот: 27,02; 27,06; 27,1 или 27,14 МГц. В студии можно вести работу одновременно на двух частотах при разнице между несущими не менее 80 кГц. Звуковые сигналы для модуляции передатчика поступают со шкафа С-1483.

Блок передатчиков ПРДС-1 с источниками питания устанавливается в шкафу радиосвязи и радиомикрофонов С-1482. Передающие антенны соединяются с передатчиками с помощью кабелей и размещаются на стенах студии.

Переносные приемники радиосвязи ПРС-1 предназначены для приема информации операторами в студии и помощником режиссера.

Глава 3.

МИКШЕРНЫЕ ПУЛЬТЫ П-62 и П-71

3.1. Назначение и состав пульта П-71.

Звукорежиссерские микшерные пульты П-62 и П-71 предназначены для работы в аппаратно-студийных комплексах телевидения и радиовещания, а также в высококачественных системах звукозаписи и звукоусиления.

Пульт П-62 имеет 20 универсальных входов высокого и низкого уровня, 8 групповых и 6 выходных каналов (4 основных и 2 вспомогательных). Габариты пульта: 1175 х 1075 х 990 мм. Внешний вид пульта П-62 приведен на рис.3.1.

Пульт П-71 является более сложным. Основой пульта П-71 является пульт П-62, к которому с левой стороны крепится входная приставка ПР-4, увеличивающая число входов микшерного пульта с 20 до 32, а с правой стороны - приставка связи ПР-3.

Обе приставки повторяют конфигурацию столешницы пульта П-62. Лицевые панели приставок ПР-3 и ПР-4 вместе с пультом П-62 образуют лицевую панель пульта П-71, на которой расположены все оперативные элементы коммутации и регулирования. Внешний вид пульта П-71 приведен на рис.3.2. Габариты пульта 1995 х 1075 х 990 мм.

Все технологические возможности пульта П-62 полностью соответствуют пульту П-71. Повторяются также и принципы коммутации и сигнализации. Для включения спецэффектов во входные тракты приставки ПР-4 переключатель на блоке Б-180 пульта П-62 следует установить в положение 6 и кнопочным коммутатором включить шину спецэффектов в любой от первого до шестого трактов приставки. Включение спецэффектов в 7-12 тракты приставки ПР-4 производится при установке переключателя на блоке Б-180 в положение 12 и включении кнопок соответственно от первой до шестой.

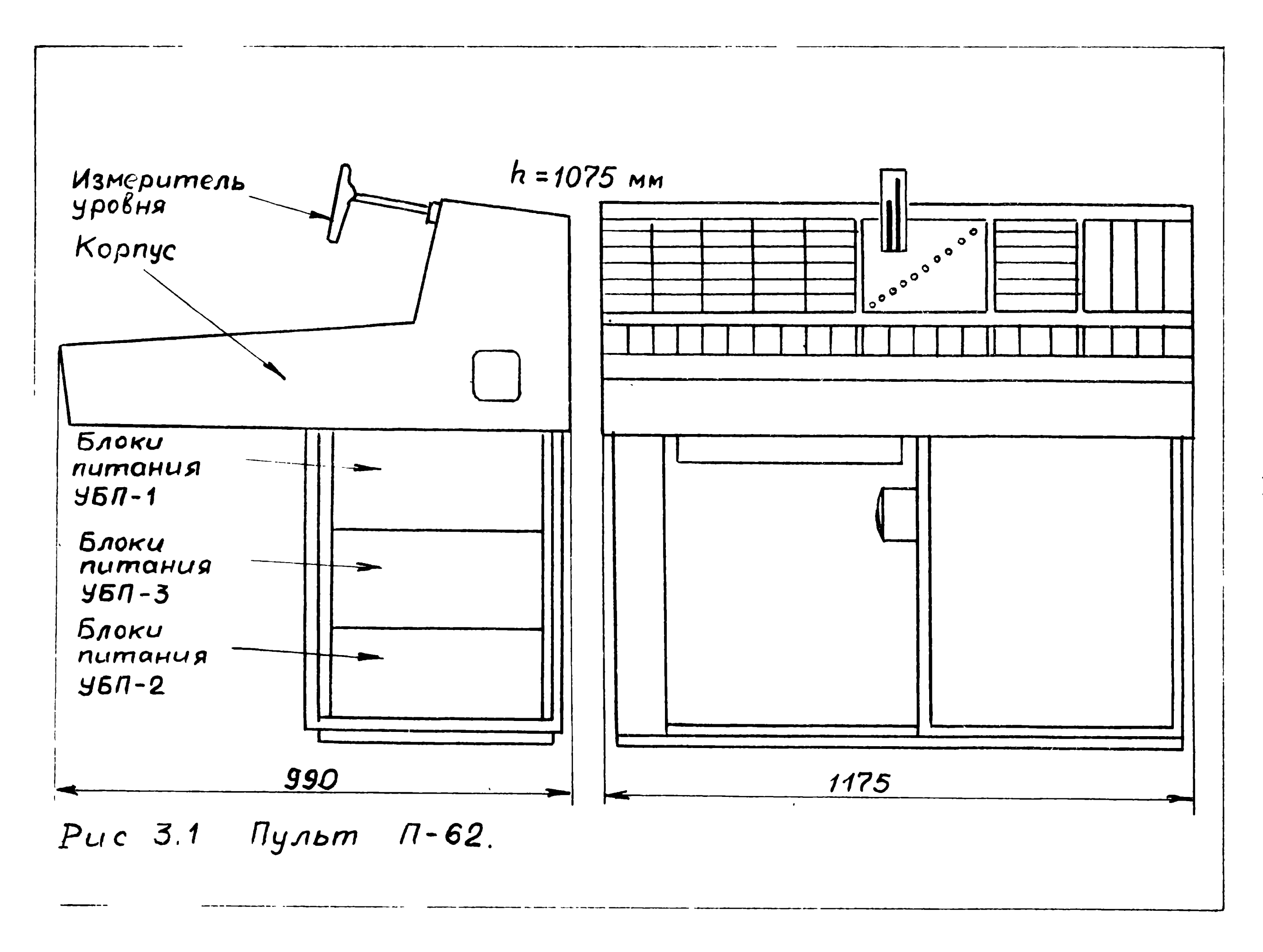


Рис 3.1 Пульт П-62.

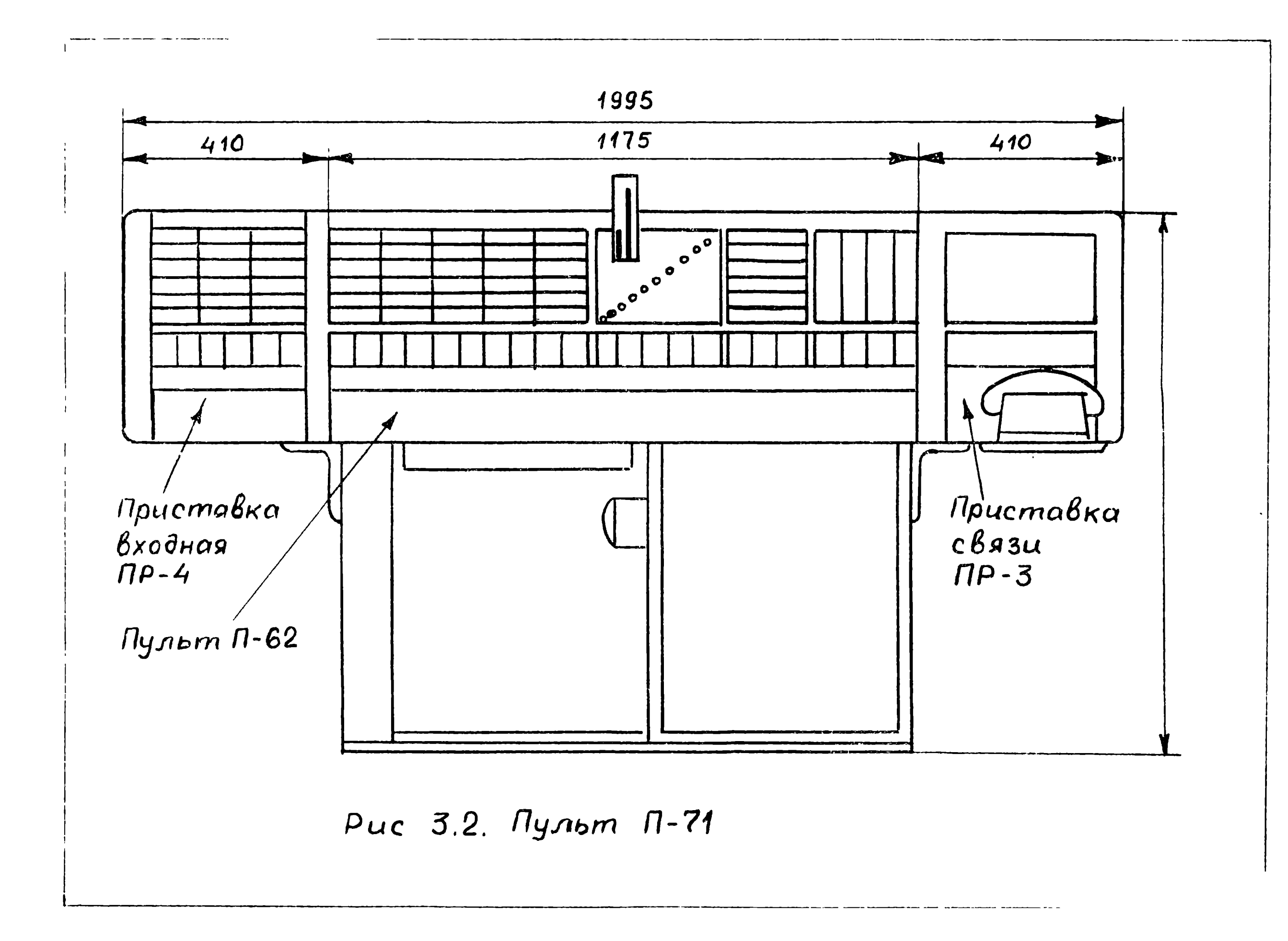


Рис 3.2. Пульт П-71

Коммутация двух контрольных выходов приставки ПР-4 (для контроля четных и нечетных регуляторов уровня) на любой из четырех общих измерителей уровня пульта П-62 производится в кассетах контроля КСК-I пульта П-62. Для контроля сигналов на нечетных регуляторах включаются кнопки "РУ-I", а на четных - "РУ-2" на одном из кнопочных коммутаторов с гравировкой "АК-I , ИУ-I" или "АК-2,ИУ-2", "АК-3,ИУ-3" или "АК-4,ИУ-4", в соответствии с номером выбранного измерителя уровня ИУ и акустического контрольного агрегата АК.

Питание звуковых цепей и цепей сигнализации и управления приставки ПР-4 осуществляется от блоков питания пульта П-62.

Для прослушивания команд служебной связи, подаваемой звукорежиссеру, используется громкоговоритель пульта П-62. Плавная регулировка громкости команд осуществляется регулятором громкости, расположенным на лицевой панели приставки связи ПР-3. Поэтому перейдем к более подробному рассмотрению этих устройств.

3.2.Устройство и работа пульта П-62.

Звукорежиссерский микшерный пульт П-62 предназначен для работы в АСК телевидения, радиовещания, звукозаписи и звукоусиления, а также в передвижных звуковых станциях.

Пульт обеспечивает усиление и регулирование уровней, смешивание звуковых сигналов от разных источников низкого и высокого уровней и выполняет необходимые для этого функции управления, сигнализации и контроля.

Пульт П-62 обеспечивает следующие технологические возможности:

- ручную регулировку усиления во всех входных, групповых и выходных трактах;
- частотную коррекцию во всех входных и групповых трактах ;
- визуальный контроль уровней сигналов в каждом входном, групповом и выходном трактах;

- свободную коммутацию дополнительных выходов входных трактов на две дополнительные шины для включения устройств спецэффектов (например, двух трактов реверберации);
- коммутацию двух устройств спецэффектов в любые 2 тракта пульта одновременно.

Состав пульта П-62 по документации АРШ2. 390.028 приведен в таблице 3.I.

Состав пульта П-62

Таблица 3.I.

Наименование и тип	Обозначение документации	Количество блоков (шт.)
Кассета входная (индивидуальная) монофоническая КСИ-7	ИЦ2.002.I59	I0
Кассета групповая КСГ-2	ИЦ2.002.I6I	5
Кассета выходная КСВ-7	ИЦ2.002.I92	3
Кассета контроля КСК-3	ИЦ2.002.2I8	2
Кассета контроля КСК-4	ИЦ2.002.2I9	I
Блок коммутации Б-I83	ИЦ3.6I9.0I4	25
-"- Б-I8I	ИЦ3.6I9.0I2	6
-"- Б-I80	АРШ3.6I9.000	I
-"- Б-I82	ИЦ3.6I9.0I3	I
-"- Б-I84	ИЦ3.6I9.0I5	2
Измеритель уровня ИУ-I2	ИЦ2.746.02I	2
-"- ИУ-I8	ИЦ2.746.027	2
Блок ключей КМ-03	АРШ3.607.027	I
Блок разделительных усилителей БУ-36	ИЦ2.032.58I	2
Блок питания УБП-I	АРШ2.087.034	I
-"- УБП-2	АРШ2.087.035	I
-"- УБП-3	АРШ2.087.036	I

Так как пульт П-62 является основным устройством звукового оборудования АСБ-ЦТ, то его основные технические данные практически совпадают с техническими параметрами комплекса звукового оборудования, приведенными выше в разделе 2.3.

На рис.3.3 приведена структурная схема звукового тракта пульта П-62, а на рис.3.4. - расположение блоков на лицевой панели пульта.

Пульт П-62 имеет 20 монофонических входных трактов, собранных по 2 тракта в конструкции одной кассеты. Таким образом, в пульте размещено 10 входных кассет КСИ-7.

Пульт П-62 может работать в стереофоническом режиме, если каждую двойную входную монофоническую кассету заменить на стереокассету. Таким образом видно, что пульт П-62 может иметь либо 20 монофонических входных трактов, либо 10 стереофонических.

Все входные, групповые и выходные кассеты, а также кассеты контроля размещены в столешнице пульта так, что их лицевые панели с оперативными органами управления звуковым трактом образуют общую лицевую панель пульта (рис.3.4.).

На вертикальной плоскости лицевой панели пульта установлены блоки коммутации, блоки разделительных усилителей и измерители уровня.

Блоки коммутации Б-181,Б-182,Б-183 и Б-184 размещены таким образом, что элементы коммутации и сигнализации расположены над коммутируемым трактом.

Между блоками коммутации Б-183 входных кассет и блоками коммутации В-182 выходных кассет размещена мнемосхема. Сигнальные лампочки на мнемосхеме расположены в пересечении группового тракта кассеты КСГ-2 с соответствующей ему шиной блока Б-183 и отображают, какая шина введена в работу и должна быть скоммутирована на выходной тракт с помощью блока коммутации Б-182.

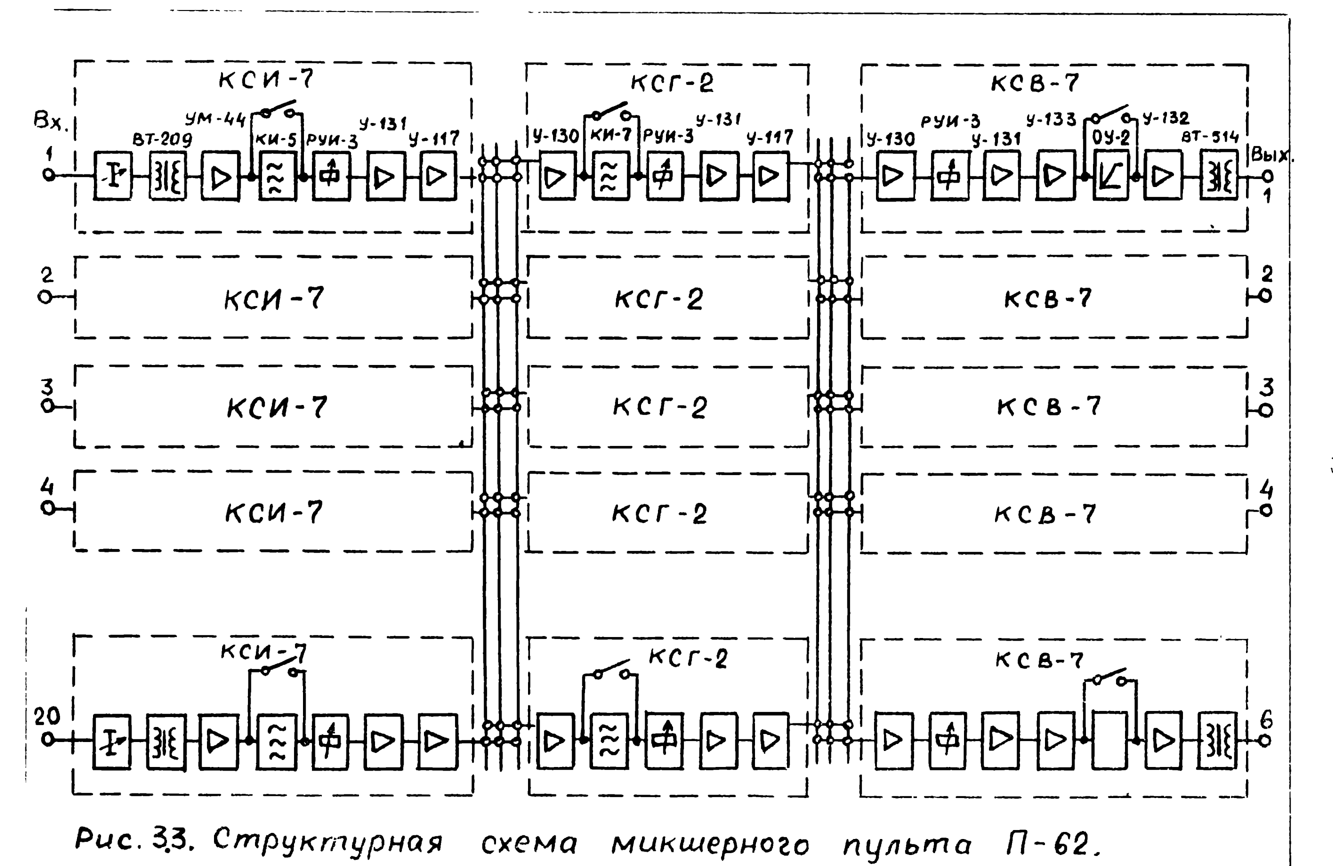


Рис. 3.3. Структурная схема микшерного пульта П-62.

<table>
<tr><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="5" rowspan="5">Мнемосхема</td><td colspan="3">КМ-03</td><td rowspan="6">ИУ-18</td><td rowspan="6">ИУ-18</td><td rowspan="6">ИУ-12</td><td rowspan="6">ИУ-12</td><td rowspan="6">БУ-36</td><td rowspan="6">БУ-36</td><td rowspan="6">Б-180</td></tr>
<tr><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="3">Б-182</td></tr>
<tr><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="3">Б-182</td></tr>
<tr><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="3">Б-182</td></tr>
<tr><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="2">Б-183</td><td colspan="3">Б-182</td></tr>
<tr><td colspan="2">Б-181</td><td colspan="2">Б-181</td><td colspan="2">Б-181</td><td colspan="2">Б-181</td><td colspan="2">Б-181</td><td colspan="2">Б-181</td><td colspan="3">Б-184</td><td colspan="3">Б-184</td></tr>
<tr><td>КСИ-7</td><td>КСИ-7</td><td>КСИ-7</td><td>КСИ-7</td><td>КСИ-7</td><td>КСИ-7</td><td>КСИ-7</td><td>КСИ-7</td><td>КСИ-7</td><td>КСИ-7</td><td>КСГ-2</td><td>КСГ-2</td><td>КСГ-2</td><td>КСГ-2</td><td>КСГ-2</td><td>КСВ-7</td><td>КСВ-7</td><td>КСВ-7</td><td colspan="2">КСК-3</td><td colspan="2">КСК-3</td><td colspan="2">КСК-4</td><td>АРУР</td></tr>
</table>

Рис 3.4. Лицевая панель пульта П-62

Коммутация блоков устройства спецэффектов в шины спецэффектов неоперативная и поэтому расположена под мнемосхемой.

Сверху над блоками коммутации Б-182 расположен блок коммутации КМ-03, на котором размещены ключи вида вещания "КОВ".

Справа от кассеты КСК-4 в столешнице пульта устанавливается заглушка. На ее месте предполагалось установить кассету с авторегулятором уровня БАР-01. Однако БАР-01 получился низкого качества, поэтому вместо него разработан другой авторегулятор - КСА-1.

Столешница пульта устанавливается на двух тумбах. В большой тумбе размещены блоки питания, а в малой - расшивные гребенки для внешнего монтажа.

3.3. Диаграмма уровней.

Диаграмма уровней микшерного пульта П-62 приведена на рис.3.5. Диаграмма уровней построена для одного сквозного тракта от входа до входа пульта при различных режимах работы.

Пульт спроектирован таким образом, что индивидуальный и групповой регуляторы уровня вносят начальное затухание по 15 дБ, а с помощью выходного регулятора изменяется общий динамический диапазон. Начальное затухание выходного регулятора составляет 3÷41 дБ, в зависимости от уровня входного сигнала.

Диаграмма построена для входных уровней +6, -16, -28, -58, -82 и -123 дБн.

Уровень +6 дБн (1,55 В) - это номинальное значение сигнала от источников высокого уровня. Этот уровень снижается входным делителем на 64 дБ с тем, чтобы на вход микрофонного усилителя сигнал поступал с уровнем -58 дБн, т.е. таким же, как и с микрофона.

Пульт может работать и при других значениях затухания. Минимальное затухание, вносимое делителем, может составлять 30 дБ.

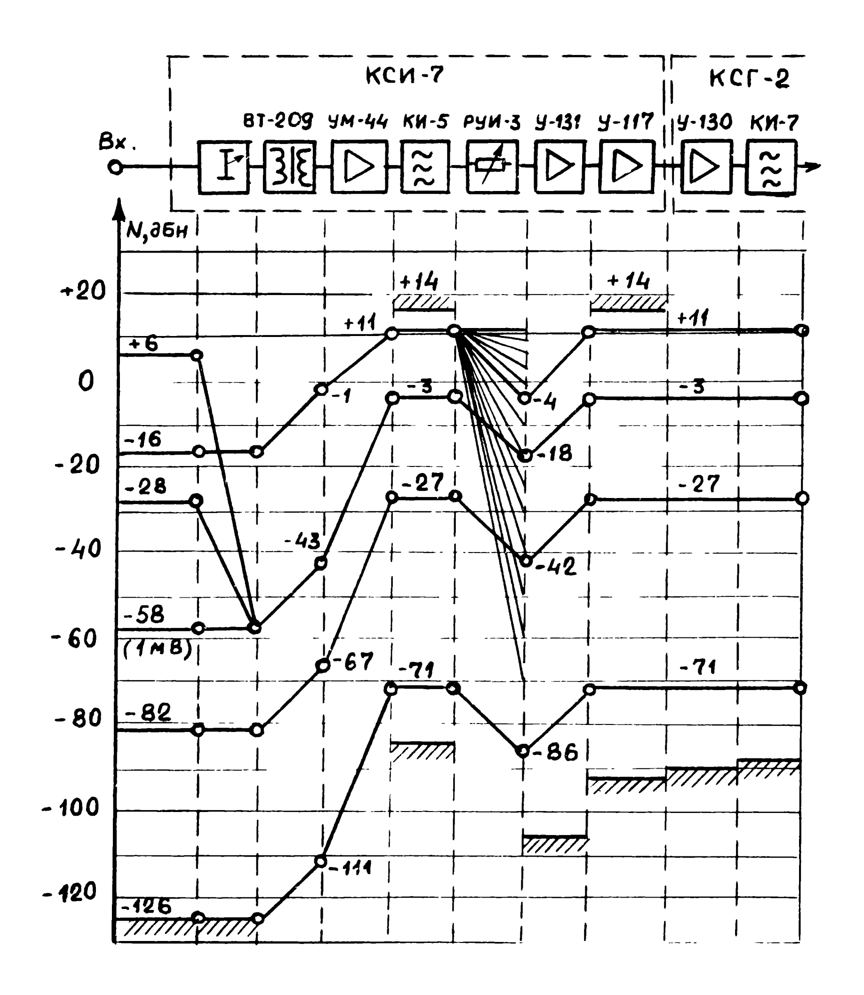
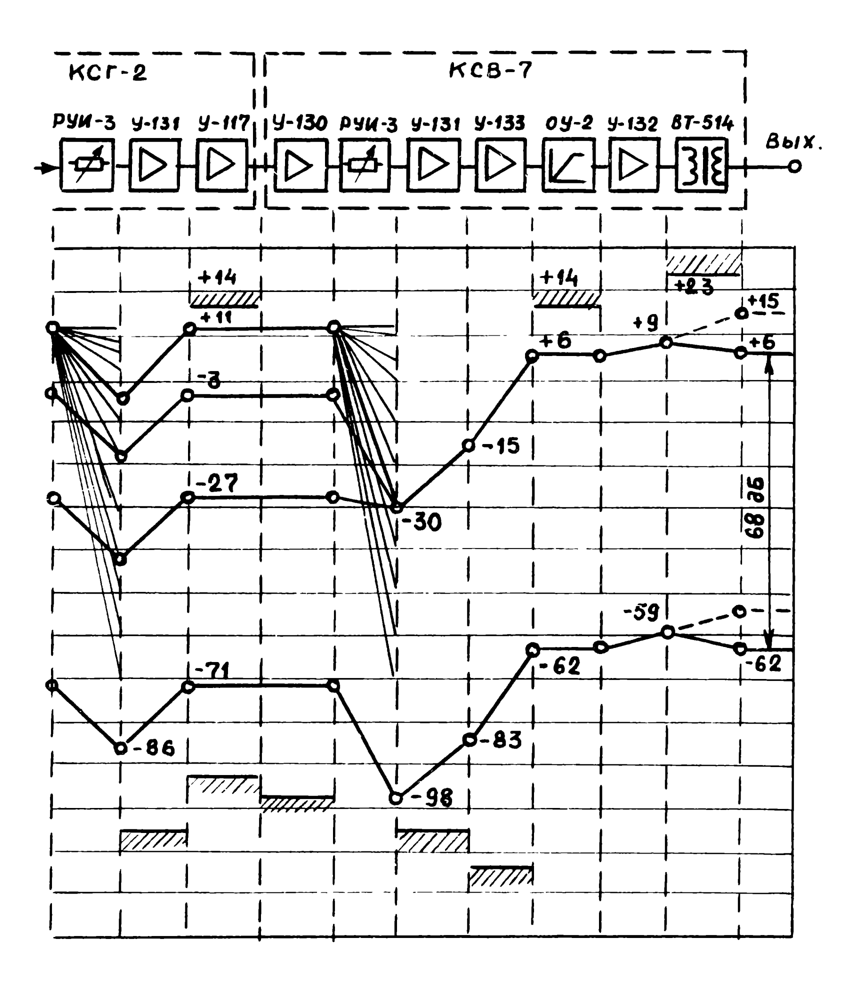


Рис.3.5. Диаграммы уровней микшерных



пультов П-62 и П-71.

Уровень - 16 дБн (120 мВ) - максимальный уровень, пропускаемый трактом без искажений. Этот режим работы получается при минимальном коэффициенте усиления микрофонного усиления 12 дБ.

Уровень -28дБн (31 мВ) является минимальным входным высоким уровнем, который уменьшением затухания входного делителя с 64 до 30 дБ сводится в точку со значением уровня -58 дБн.

Уровень -58 дБн (1мВ) - это номинальный уровень сигнала, относительно которого измеряются собственные шумы тракта. При этом входном уровне сквозной тракт пульта имеет запас по усилению 15 дБ во входной и групповой кассетах и 27 дБ в выходной кассете.

Уровень -82 дБн (0,06мВ) - это минимальное значение полезного сигнала, при котором на выходе пульта можно получить номинальное напряжение 1,55 В (+6 дБн). Запас по усилению при этом составляет 33 дБ: по 15 дБ во входной и групповой кассетах и 3 дБ в выходной кассете.

Уровень -126 дБн представляет собой собственные шумы, приведенные ко входу пульта при максимальном коэффициенте усиления микрофонного усилителя. При входном уровне сигнала -58дБн защищенность от интегрального шума составляет у пульта 68 дБ. При минимальном коэффициенте усиления микрофонного усилителя уровень приведенных по входу собственных шумов пульта составляет -124 дБн.

3.4. Приставка связи ПР-3.

Приставка связи ПР-3 (ИЩ2.390.182) предназначена для размещения элементов коммутации и связи и работает в составе пультов звукорежиссера П-71 и П-62. Внешний вид приставки в составе пульта П-71 показан на рис.3.2.

Приставка связи ПР-3 обеспечивает:

- формирование 30 каналов вызова абонентов на связь и 20 сигналов управления электронным коммутатором громкоговорящей служебной связи;
- набор программ на озвучивание;
- дистанционное управление любым из трех магнитофонов;
- подключение на вход ИУ-I и ИУ-2 псофометрических фильтров для измерения шумов;
- включение световой сигнализации "Начинайте", "Быстрее", "Медленнее", "Заканчивайте", "Звонок" на пульте диктора;
- набор источников для контроля на ВКУ;
- набор источников программ с коммутатора АЦ;
- телефонную связь звукорежиссера с абонентами АТС.

3.5. Кассеты КСИ-7, КСГ-2 и КСВ-7

Входная индивидуальная кассета КСИ-7 предназначена для усиления, коррекции, регулировки и панорамирования (в варианте кассеты КСМ-7-I) сигналов звуковой частоты, поступающих от источников низкого и высокого уровня: микрофонов, магнитофонов, видеомагнитофонов и т.д.

В состав кассеты КСИ-7 входят:

- входной трансформатор ВТ-209 В;
- микрофонный усилитель УМ-44;
- измеритель уровня ИУ-26;
- плата коммутации и контроля;
- усилитель регулятора уровня У-I3I;
- корректор КИ-5;
- выходной усилитель У-II7;
- регулятор уровня с индикатором РУИ-3.

Кассета состоит из двух независимых каналов. Функциональная схема одного канала кассеты приведена на рис.3.6., а диаграмма уровней на рис. 3.5.

Групповая кассета КСГ-2 предназначена для усиления и регулировки сигналов звуковой частоты, образующихся после смешивания от нескольких источников.

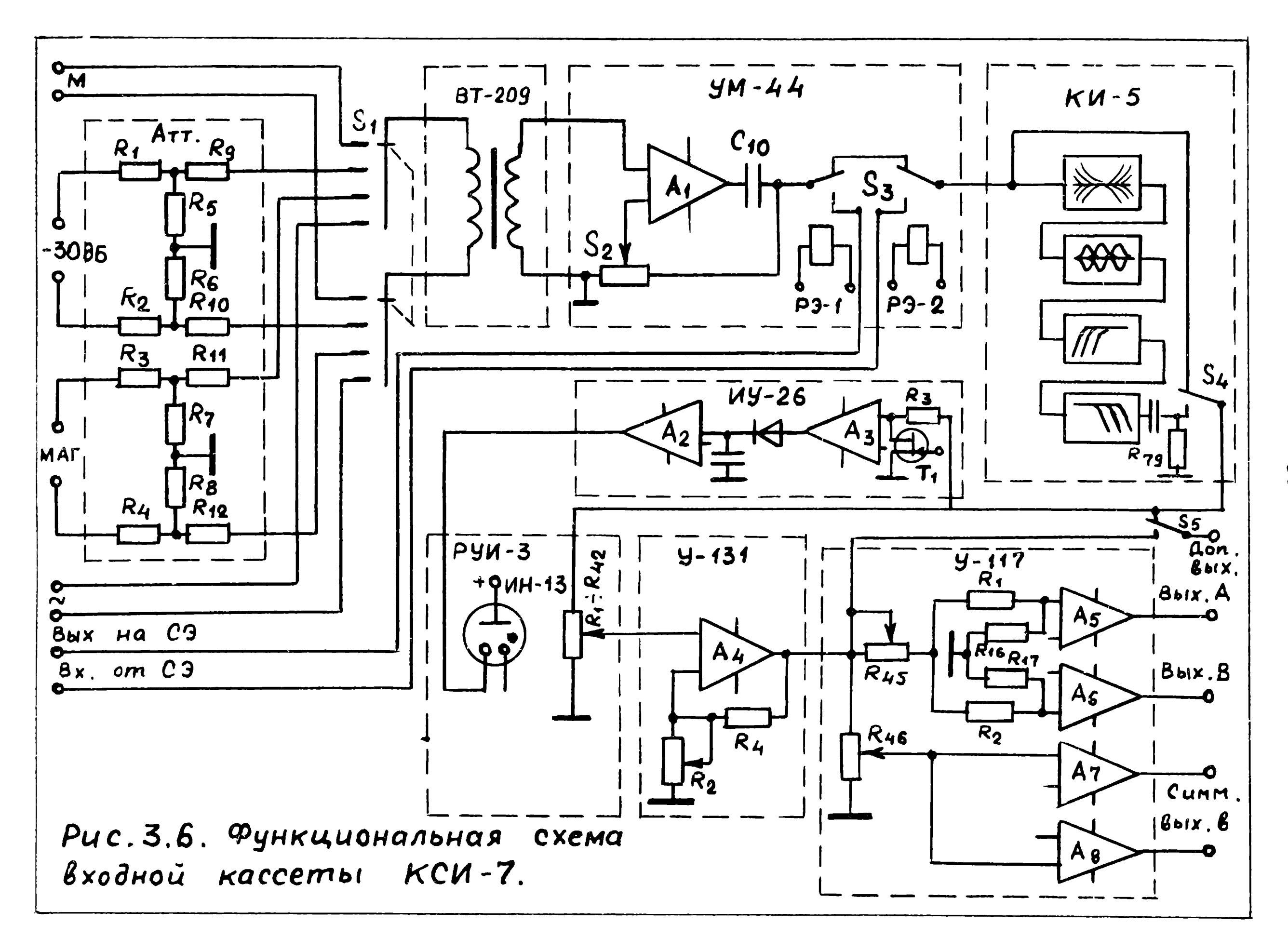


Рис. 3.6. Функциональная схема входной кассеты КСИ-7.

В состав кассеты КСГ-2 входят:

- смесительный усилитель У-130;
- усилитель регулятора уровня У-131;
- измеритель уровня ИУ-26;
- плата коммутации и контроля;
- корректор КИ-7;
- выходной усилитель У-117;
- регулятор уровня с индикатором РУИ-3.

Функциональная схема кассеты КСГ-2 приведена на рис.3.7.

В каждом из каналов кассеты на входе установлен смесительный усилитель У-130, предназначенный для смешивания источников сигналов. Коэффициент передачи усилителя У-130 составляет 0 дБ при подаче сигнала на его вход через смесительное сопротивление 20 кОм.

С выхода смесительного усилителя напряжение звуковой частоты поступает на вход корректора КИ-7 и затем на регулятор уровня РУИ-3. За регулятором уровня включен усилитель регулятора У-131, усиливающий сигнал на 15 дБ и тем самым компенсирующий начальное затухание РУИ-3. С выхода У-131 сигналы поступают на выходной усилитель У-117 с коэффициентом усиления 0 дБ.

Выходная кассета КСВ-7 предназначена для смешивания и регулирования сигналов звуковой частоты, поступающих на выход студийного тракта, а также для защиты последующих звеньев радиовещательного канала от перегрузки (перемодуляции) пиками высокого уровня.

В состав выходной кассеты КСВ-7 входят:

- смесительный усилитель У-130;
- усилитель регулятора уровня У-131;
- плата коммутации и контроля;
- выходной усилитель У-133;
- выходной усилитель У-132;
- блок ограничителей Б-224;
- регулятор уровня РУИ-3;
- измеритель уровня ИУ-26;
- трансформатор ВТ-514.

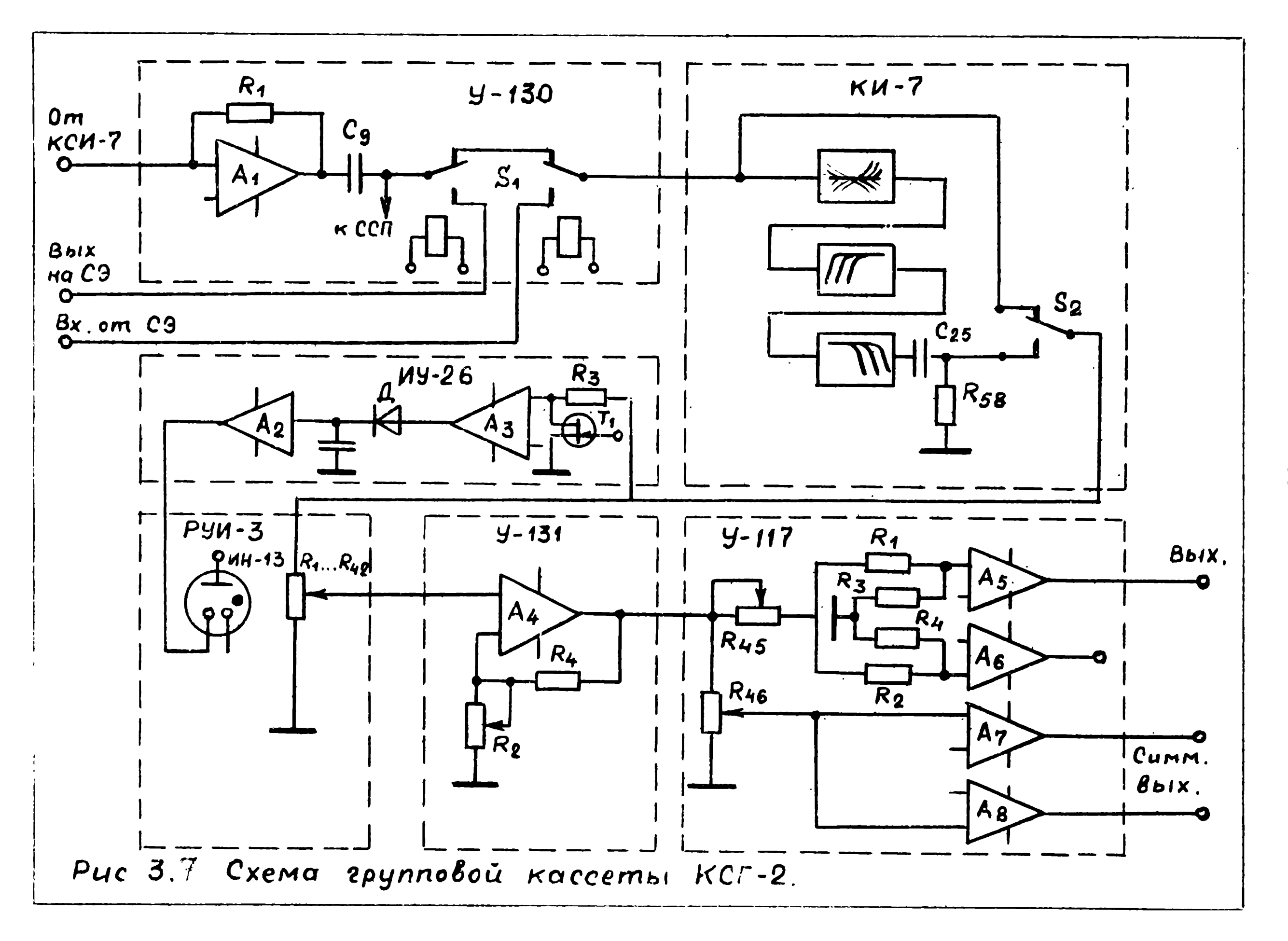


Рис 3.7 Схема групповой кассеты КСГ-2.

Функциональная схема одного канала кассеты приведена на рис.3.8.

3.6. Ограничитель уровня ОУ-2.

Ограничитель уровня ОУ-2 предназначен для защиты следующих за ним звеньев канала от перегрузки пиками высокого уровня.

Ограничитель, выполненный на печатной плате 200 х 80 мм, входит в состав блока ограничителей Б-224, имеющего габариты 249х150х50 мм. Масса блока 0,7 кг. Блок ограничителей, в свою очередь, устанавливается в выходную кассету КСВ-7. На шасси блока ограничителя Б-224 устанавливаются 2 ограничителя уровня ОУ-2. На лицевой панели блока ограничителей размещены 2 тумблера включения ограничителей уровня ОУ-2 и 4 светодиода. Два светодиода /по одному в каждом канале/ зажигается при превышении "порога ограничения", т.е. номинального уровня, и 2 светодиода - при повышении "предела ограничения", т.е. уровня, на 8 дБ выше номинального значения. На лицевой панели имеются крепежные отверстия для установки блока в кассету.

Ограничитель уровня имеет следующие основные параметры.

Номинальный входной /пороговый/ уровень ограничителя +6 дБн /1,55В/.

Коэффициент передачи в линейном режиме равен 1 дБ, в режиме обхода - 0 дБ.

Входное сопротивление не менее 5 кОм.

Номинальное сопротивление нагрузки 200 Ом.

Неравномерность АЧХ в диапазоне частот 30÷15000 Гц не более ± 0,3 дБ.

Коэффициент гармоник в линейном режиме не более 0,3%, в режиме ограничения не более 2% на частотах 30÷180 Гц и не более 1,2% на частотах свыше 180 Гц.

Превышение номинального уровня на выходе ограничителя при превышении номинального входного уровня на 10 дБ не более 0,5 дБ.

Уровень шумов и помех не более - 76 дБ.

Время срабатывания - 10 мс.

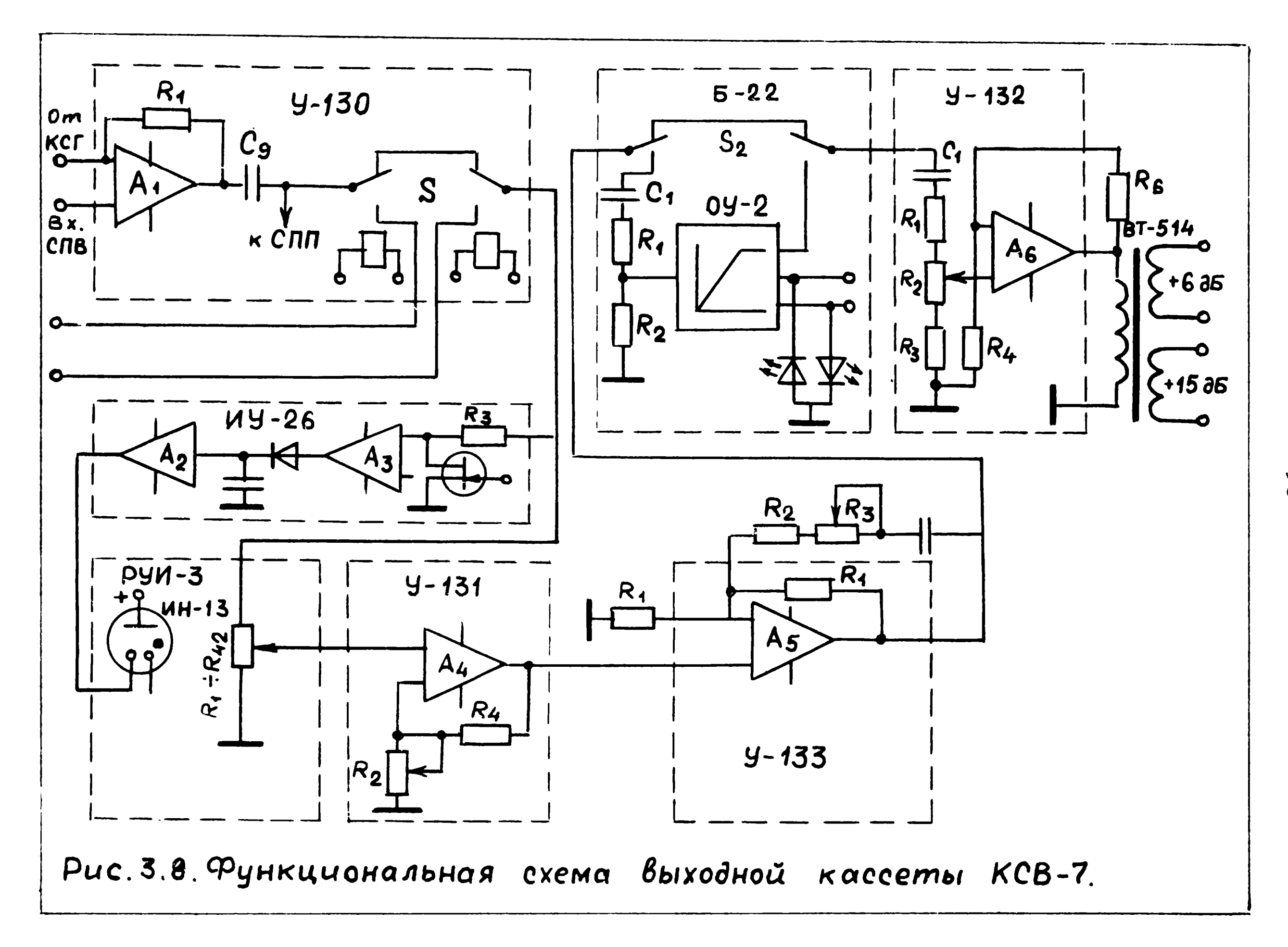


Рис. 3.8. Функциональная схема выходной кассеты КСВ-7.

Время восстановления 2 с.

Сигнализатор "порог ограничения" срабатывает при уровнях входного сигнала +6 дБн, т.е. при номинальном уровне.

Сигнализатор "предел ограничения" срабатывает при уровнях входного сигнала +14 дБн, т.е. при превышении нормального уровня на 8 дБ.

На рис.3.9 а приведена функциональная схема ограничителя. Ограничитель содержит основной канал, канал управления и схему сигнализации /сигнализатор/. Основной канал состоит из управляемого звена /регулируемого элемента/, усилителя УЗЧ основного канала и схемы вычитания. Канал управления содержит последовательно включенные линейный детектор Д, компаратор $К_1$, инвертирующую цепь ИЦ и усилитель постоянного тока УПТ. Схема сигнализации содержит 2 компаратора $К_2$ и $К_3$ с различными порогами срабатывания и 2 индикаторных светодиода $СД_1$ и $СД_2$.

На рис.3.10 приведена принципиальная схема ограничителя уровня ОУ-2 без схемы сигнализации. Схема сигнализации приведена на рис.3.9 б.

Управляемое звено ограничителя уровня представляет собой усилитель на $А_1$ - К1УТ401Б с регулируемой глубиной отрицательной обратной связи по переменному току /рис.3.16/. В качестве регулируемого элемента использовано сопротивление сток-исток двух включенных параллельно полевых транзисторов $Т_1 Т_2$ типа КП103М. Полевые транзисторы шунтируют резистор R_{12}. Коэффициент передачи регулируемого элемента определяется отношением сопротивления резистора R_3 и сопротивления сток-исток полевых транзисторов $Т_1$ $Т_2$, шунтирующих резистор R_{12}. Конденсаторы $С_1$, $С_2$ и $С_7$ - разделительные.

Усилитель основного канала построен на операционном усилителе $А_2$ типа К1УТ531А и выходном каскаде, выполненном по последовательно параллельной двухтактной схеме на разнополярных транзисторах $Т_3$, $Т_4$ типа КТ315Г и $Т_5$, $Т_6$ типа КТ361Г. В эмиттере каждого транзистора включены стабилизирующие резисторы, которые обеспечивают обратную связь по току, предохраняя выходные транзисторы от выхода из строя в случае замыкания в цепи нагрузки.

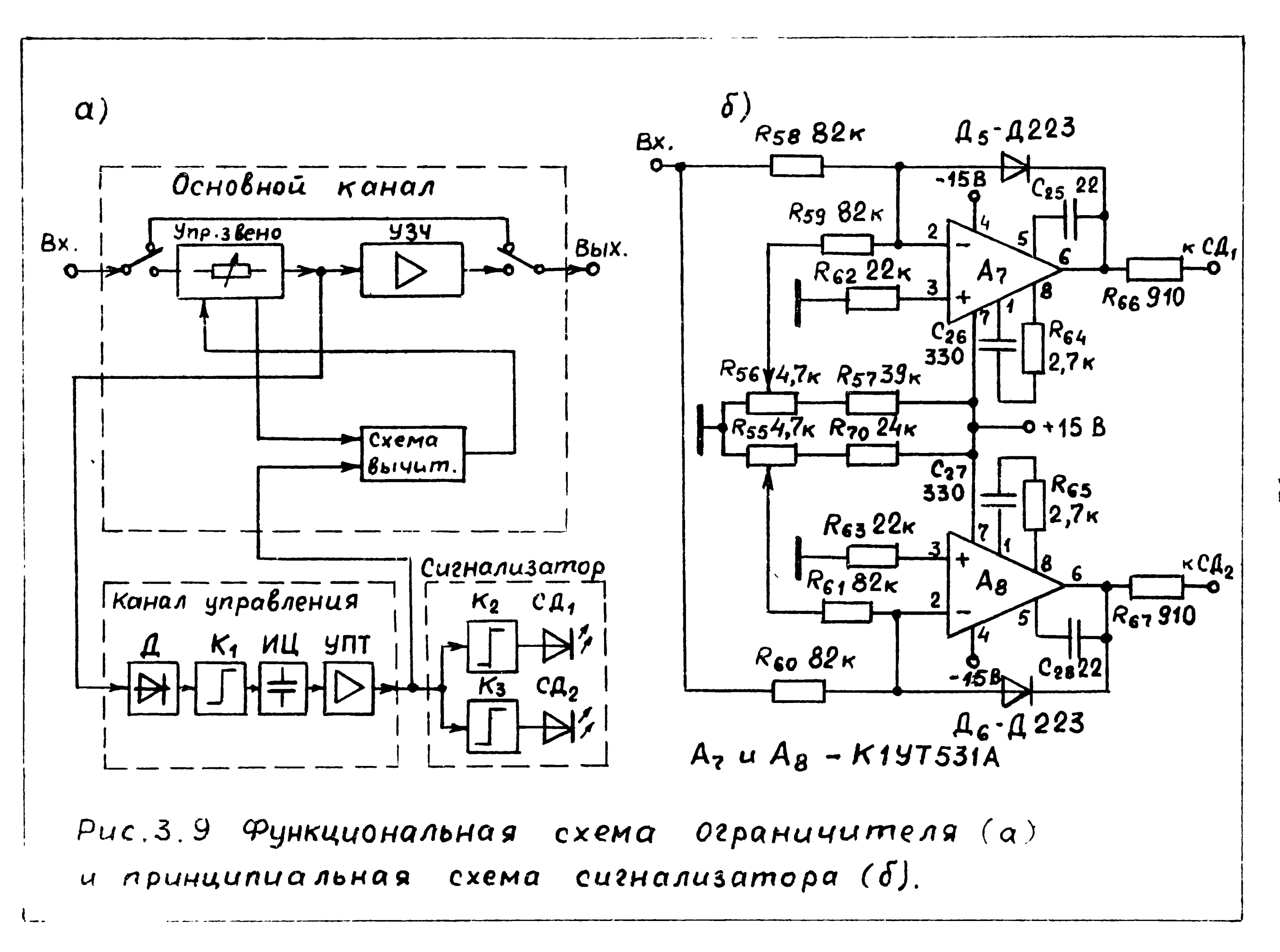


Рис.3.9 Функциональная схема ограничителя (а) и принципиальная схема сигнализатора (б).

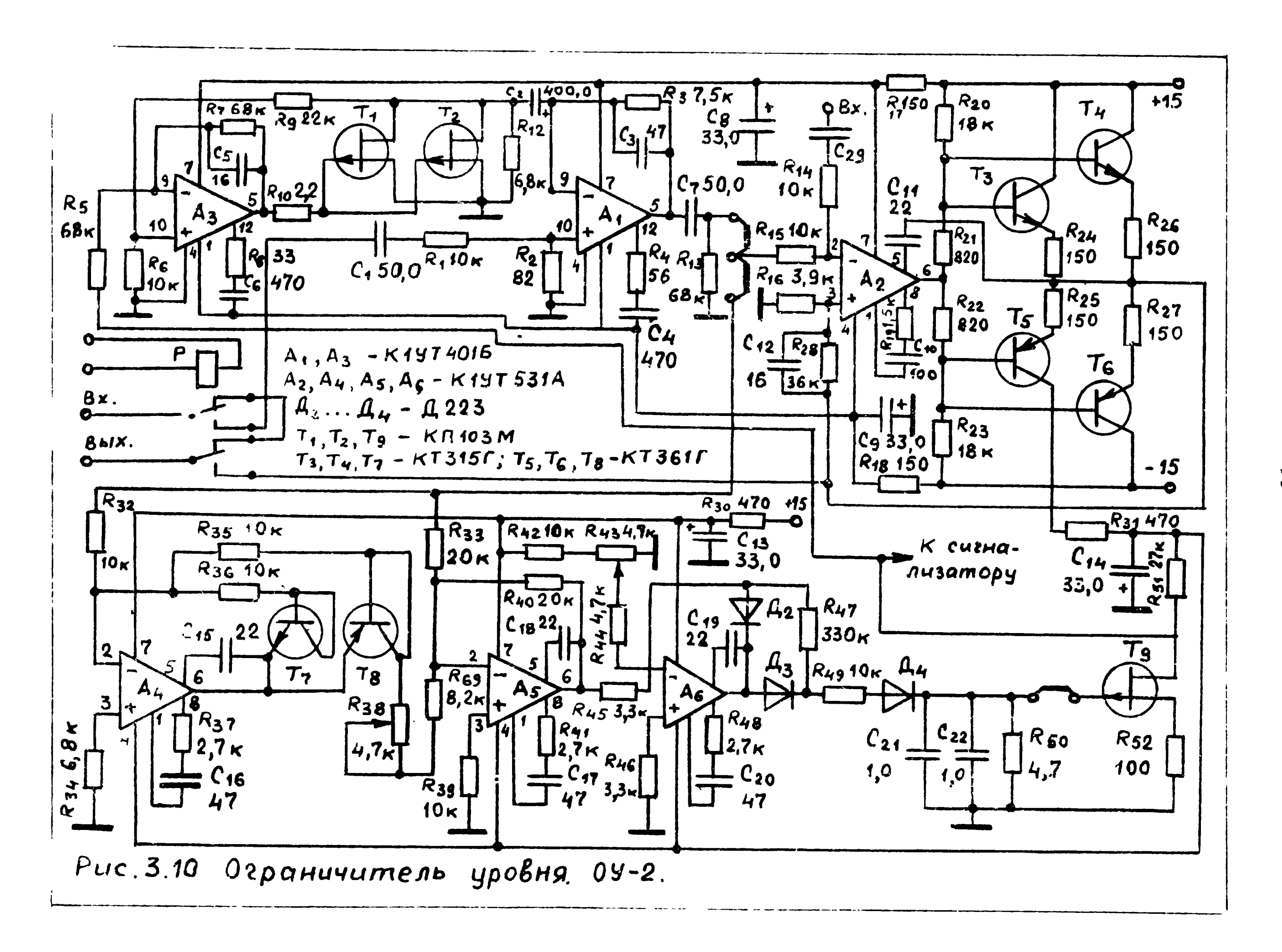


Рис. 3.10 Ограничитель уровня ОУ-2.

Схема вычитания построена на операционном ускорителе A_3 типа К1УТ401Б. На инвертирующий вход усилителя A_3 подается сигнал регулировки, а на неинвертирующий вход – переменное напряжение со стока полевых транзисторов T_I и T_2. Выходной сигнал A_3, равный разности этих двух воздействий, является управляющим сигналом, подаваемым на затворы полевых транзисторов T_I и T_2

Под воздействием этого сигнала изменяется выходное сопротивление полевых транзисторов, а следовательно, и коэффициент передачи управляемого звена.

Линейный детектор собран на операционных усилителях A_4 и A_5 типа К1УТ531А. Первый усилитель работает по схеме однополупериодного выпрямителя с единичным усилением, дающего положительный входной сигнал при отрицательных полуволнах входного сигнала. Положительные полуволны входного сигнала через резисторы R_{38} и R_{69} поступают на усилитель-инвертор A_5, а через резистор R_{33} на этот каскад поступает весь входной сигнал. В точке суммирования токов /клемма 2/ эти сигналы складываются, и на выходе A_5 появляются только отрицательные импульсы напряжения, последовательно повторяющие по форме положительные и отрицательные полуволны входного сигнала. Выпрямленный сигнал поступает на вход усилителя, работающего в режиме, близком к пороговой схеме.

Усилитель построен на операционном усилителе A_6 типа К1УТ 531А. На инвертирующий вход A_6 подается опорное напряжение $U_{оп}$, снимаемое с потенциометра R_{43}, а также выпрямленный сигнал. При $U_{оп} > 0$ на выходе A_6 имеется отрицательный потенциал, диод $Д_2$ открыт, диод $Д_3$ закрыт и на выходе усилителя сигнал практически отсутствует.

Когда отрицательный сигнал на входе A_6, поступающий с выхода детектора, становится больше, чем $U_{оп}$, диод $Д_2$ закрывается, а $Д_3$ открывается, и на выходе схемы появляется положительное напряжение, которое сглаживается интегрирующей цепью /RC – фильтром на резисторах R_{49}, R_{50} и конденсаторах C_{2I}, C_{22}/, и усиливается усилителем постоянного тока УПТ, выполненном на транзисторе T_9 типа КП103М. С выхода УПТ сигнал подается на вход схемы вычитания.

Ограничитель уровня работает следующим образом.

Со входа ограничителя через контакты реле $Р_I$ типа РЭС-80, разделительный конденсатор $С_I$ и резистор R_I сигнал подается на неинвертирующий вход микросхемы $А_I$ усилителя с управляемым коэффициентом передачи. С выхода этого усилителя сигнал через усилитель $А_2$, выходной усилитель на транзисторах $Т_3 \div Т_6$ и вторые контакты реле РЭС-80 поступает на выход ограничителя. Кроме того, с выхода $А_I$ сигнал поступает на вход канала управления и на инвертирующий вход микросхемы $А_4$. После двухполупериодного детектирования, осуществляемого микросхемами $А_4 А_5$, сигнал подается на усилитель $А_6$. При превышении сигналом порогового уровня на выходе микросхемы $А_6$ появляется сигнал управления. Чем больше сигнал на входе ограничителя, тем большим становится сигнал управления на выходе $А_6$. Пульсации сигнала сглаживаются интегрирующей цепью, и с выхода УПТ на транзисторе $Т_9$ сигнал через усилитель $А_3$ поступает на затворы регулируемых полевых транзисторов $Т_I Т_2$. Величина выходного сопротивления /сопротивления сток-исток/ полевых транзисторов увеличивается, степень шунтирования резистора R_{I2} снижается, увеличивается отрицательная обратная связь усилителя $А_I$ и, следовательно, уменьшается коэффициент усиления этого каскада и ограничителя уровня в целом.

Когда сигнал на входе ограничителя уменьшается, конденсаторы $С_{2I}$, $С_{22}$ разряжаются через резистор R_{50}, транзисторы $Т_9$, $Т_I$ и $Т_2$ открываются в большей степени, выходное сопротивление транзисторов $Т_I$ и $Т_2$ уменьшается, начинает в большей степени шунтировать резистор R_{I2}, и коэффициент усиления управляемого звена $А_I$ и ограничителя в целом возрастает /восстанавливается/.

Когда напряжение на выходе возрастает до уровня, соответствующего порогу срабатывания ограничителя, срабатывает компаратор $А_7$ сигнализатора /рис.3.9б/ и в цепи светодиода $СД_I$ /рис.3.I5а/ начинает протекать ток. При увеличении входного напряжения до значения, на 8 дБ превышающего номинальный уровень, срабатывает компаратор $А_8$ и начинает светиться светодиод $СД_2$. Потенциометры R_{55} и R_{56} служат для задания порогов срабатывания компараторов схемы сигнализации.

Реле $Р_{1}$ предназначено для перевода ограничителя из рабочего режима в режим "обход". Питание реле при этом отсутствует. При подаче питания на обмотку реле $Р_{1}$ устанавливается нормальный рабочий режим работы ограничителя уровня.

3.7. Частотные корректоры КИ-5 и КИ-7.

Корректор индивидуальный КИ-5 предназначен для коррекции АЧХ двух независимых звуковых каналов. Корректор устанавливается в индивидуальную кассету КСИ-7 пультов звукорежиссера П-62 и П-71.

Корректор КИ-5 состоит из четырех независимых последовательно включенных фильтров:

- плавного подъема и завала /спада/ верхних и нижних частот;
- фильтра "присутствия", обеспечивающего плавный подъем и завал АЧХ в области средних частот;
- фильтра среза нижних частот /НЧ/;
- фильтра среза верхних частот /ВЧ/.

Корректор обеспечивает:

- подъем и завал АЧХ с помощью фильтров плавного подъема и завала на величину до ± 12 дБ на частотах 60Гц и 10 кГц по отношению к частоте 1 кГц;
- подъем и завал АЧХ с помощью фильтра "присутствия" на частотах 0,8, 1,4, 2,0, 2,8, 4,0 и 5,6 кГц на величину ± 10 дБ;
- срез АЧХ с помощью фильтров среза /ограничения/ в области низких частот с частотами среза 60, 120, 180 и 300 Гц и в области высоких частот с частотами среза 3, 6, 9 и 12 кГц с крутизной 12 дБ на октаву.

В положении "линейная характеристика", т.е. в положении "0 дБ" у всех фильтров, неравномерность АЧХ корректора не превышает ± 1,5 дБ.

Коэффициент гармоник корректора при линейной АЧХ не превышает 0,5% в диапазоне частот 30÷ 15000Гц. Напряжение шумов на выходе корректора при линейной АЧХ не превышает 35 мкВ, напряжение фона - не более 20 мкВ.

Номинальные входной и выходной уровни, в соответствии с приведенной на рис.3.5 диаграммой уровней, составляют -3 дБ /0,54 В/, максимальные уровни допускаются до +I4 дБ /4 В/.

Сопротивление источника входного сигнала составляет I00 Ом, номинальное сопротивление нагрузки - 2 кОм, входное сопротивление корректора - 3 кОм.

В пульте предусмотрен режим обхода корректора КИ-5. Поэтому коэффициент подачи корректора $К_П$ = I. При линейной АЧХ корректор не изменяет фазу подаваемого на вход звукового сигнала.

Корректор выполнен в виде самостоятельной конструкции с габаритами 249хI54х50мм. Конструктивно корректор представляет собой раму, внутри которой расположены две одинаковые платы, предназначенные для двух звуковых каналов. Масса корректора 750 г.

На рис.3.II приведена схема фильтров плавного подъема и завала АЧХ на низких и высоких частотах и фильтра "присутствия".

Фильтр плавного подъема и завала верхних и нижних частот состоит из пассивного R C -четырехполюсника и компенсирующего усилителя $А_I$ на микросхеме КIУТ401Б. При положении ручек регуляторов РУ-I и РУ-2 в позиции "0 дБ" R C - четырехполюсник имеет линейную АЧХ и вносит начальное затухание порядка 20 дБ во всем рабочем диапазоне частот. Для получения коэффициента передачи этого фильтра $К_П$= I включен компенсирующий усилитель $А_I$. В крайних верхних положениях ручек регуляторов РУ-I и РУ-2 осуществляется максимальный подъем АЧХ в области верхних и нижних частот на I2 дБ, а в крайних нижних положениях -завал на I2дБ.

На выходе фильтра стоит каскад усиления на транзисторах $Т_I$ типа КТ-3I5Г и $Т_2$ типа КТ-36IГ, включенных по схеме эмиттерного повторителя.

Фильтр "присутствия" собран на двух микросхемах $А_2$ и $А_3$ типа К553УД2 и RC-элементах. Разделительный усилитель $А_2$ служит для того, чтобы избирательная цепь $С_{I7}$, $С_{20}$, R_{33}, R_{39} и переменный резистор R_{23} не влияли друг над друга.

Усилитель $А_3$ является дифференциальным, сигнал поступает на оба его входа. Сигнал со входа и с выхода через делитель R_{3I}/R_{4I} подается на инвертирующий вход $А_3$,коэффициент передачи

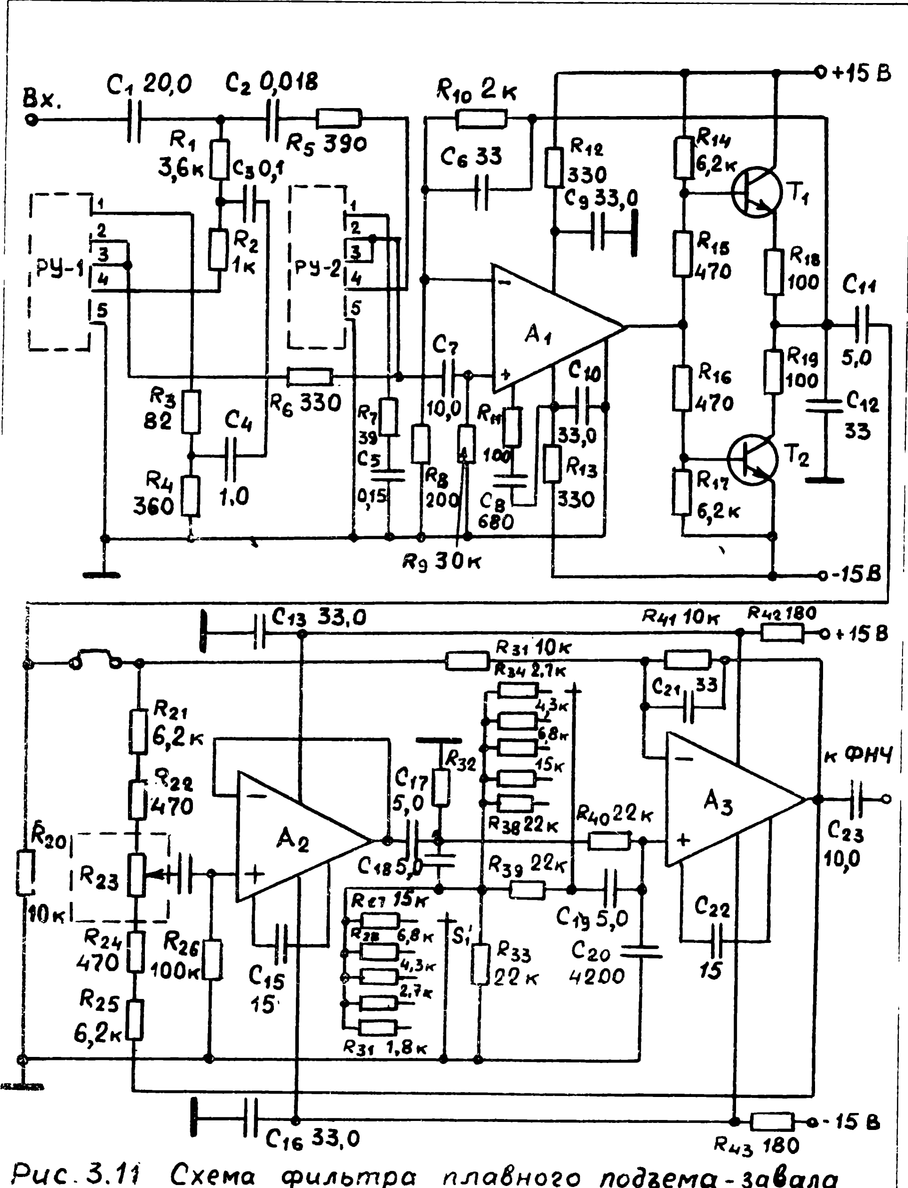


Рис. 3.11 Схема фильтра плавного подъема-завала и фильтра "присутствия"

этой цепи $K_П$=1. На инвертирующий вход A_3 сигнал подается через частотно-избирательную цепь, причем, если фаза сигнала совпадает с сигналом на инвертирующем входе /на схеме рис.3.17 – в крайнем верхнем положении регулятора R_{23}/, то на выходе A_3 частотная характеристика получает спад в выбранном переключателем S_1 диапазоне частот. Если же фаза сигнала на неинвертирующем входе A_3 оказывается в противофазе с сигналом на инвертирующем входе /в нижнем положении R_{23}/, то на частотной характеристике фильтра получается подъем.

Когда регулятор R_{23} находится в среднем положении, частотная характеристика фильтра получается линейной.

Схема фильтров среза нижних и верхних частот приведена на рис.3.12.

Фильтр среза нижних частот выполнен по схеме активного RC-фильтра верхних частот /ФВЧ/ второго порядка. Он состоит из входной частотно-избирательной цепи C_{25}, R_{50}÷R_{54}, операционного усилителя A_4 типа К533УД2 и частотно-избирательной цепи C_{24}, R_{45}÷ R_{49}. Входной сигнал через избирательную цепь поступает на неинвертирующий вход A_4. Микросхема A_4 охвачена положительной частотно-зависимой обратной связью. Стабилизирующая отрицательная обратная связь подается с выхода микросхемы A_4 на инвертирующий вход. Положительная обратная связь вместе с входной частотно-избирательной цепью обеспечивает крутизну среза нижних частот 12 дБ на октаву. Частота среза определяется произведением постоянных переменных времени RC-цепей.

Отрицательная обратная связь обеспечивает коэффициент передачи фильтра в полосе прозрачности $K_П$= 1. С помощью переключателя выбираются частоты среза.60, 120,180 или 300 Гц, а также обход фильтра /на схеме режим обхода не показан/.

Фильтр среза верхних частот выполнен по схеме активного RC-фильтра нижних частот /ФНЧ/ второго порядка на операционном усилителе A_5 типа К553УД2. Входная частотно-избирательная цепь реализована на R_{65}÷ R_{69} и C_{32}. Положительная частотно-избирательная связь осуществлена на R_{60}÷R_{64}и C_{31} .

Частотно-зависимая обратная связь вместе с избирательной RC-цепью обеспечивает крутизну среза верхних частот 12 дБ на октаву.

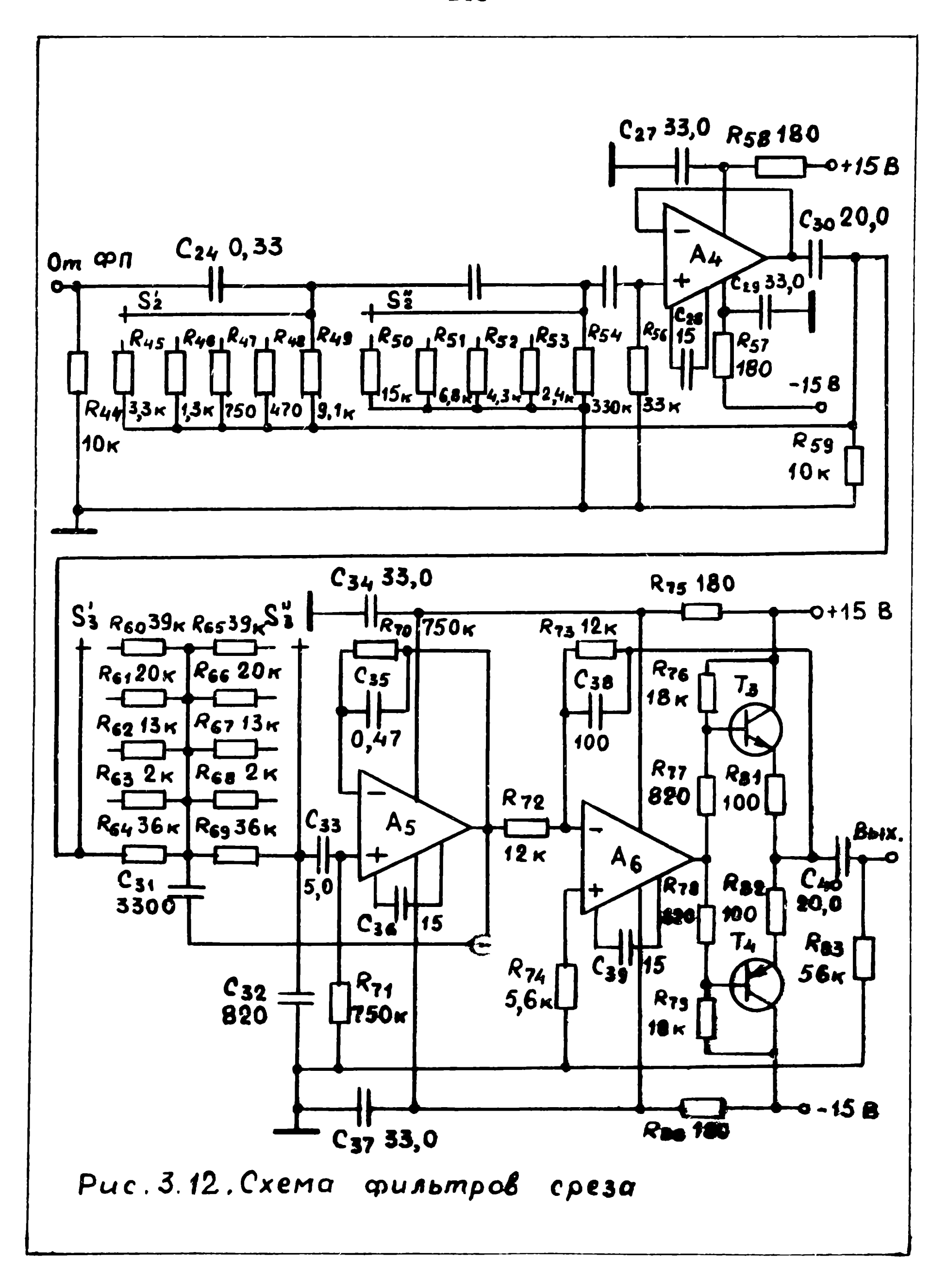


Рис. 3.12. Схема фильтров среза

С помощью переключателя S_3 можно выбрать частоты среза равными 3, 6, 9 или 12 кГц, а также обход фильтра.

За пределами рабочего диапазона частот при обходе обеспечивается спад частотной характеристики с крутизной 6 дБ на октаву.

На выходе корректора КИ-5 стоит предконечный каскад усиления на микросхеме $А_5$ типа К553УД2, а также оконечный умощненный каскад на тронзисторах $Т_3$ и $Т_4$ типа КТ-315 и КТ-365Г соответственно, включенных по схеме эмиттерного повторителя.

Групповой корректор КИ-7 отличается от индивидуального корректора КИ-5 тем, что в нем нет фильтра "присутствия", т.е. корректор КИ-7 состоит из фильтров плавного подъема и завала нижних и верхних частот и фильтров среза нижних и верхних частот. Этот корректор встраивается в групповую кассету КСГ-2 пультов звукорежиссера П-62 и П-71.

3.8. Усилители звуковых сигналов.

В микшерных пультах звуковой аппаратуры "Перспектива" применяются усилители:

- микрофонный усилитель УМ-44;
- усилитель регулятора уровня У-131;
- смесительный усилитель У-130;
- выходной усилитель У-117;
- выходной усилитель У-132;
- выходной усилитель У-133.

Усилитель УМ-44 предназначен для усиления звуковых сигналов низкого уровня и устанавливается на входе индивидуальной кассеты КСИ-7. Коэффициент усиления УМ-44 с помощью переключателя изменяется дискретно от 12 до 40 дБ ступенями через 4 дБ.

На рис.3.13 приведена упрощенная принципиальная схема усилителя. Входной каскад выполнен на двух полевых транзисторах КП-303 - В по схеме дифференциального усилителя. Его выходы непосредственно связаны со входами операционного усилителя $А_1$ - К1УТ401Б. К выходу операционного усилителя $А_1$ подключен двухтактный умощняющий выходной каскад на паре транзисторов

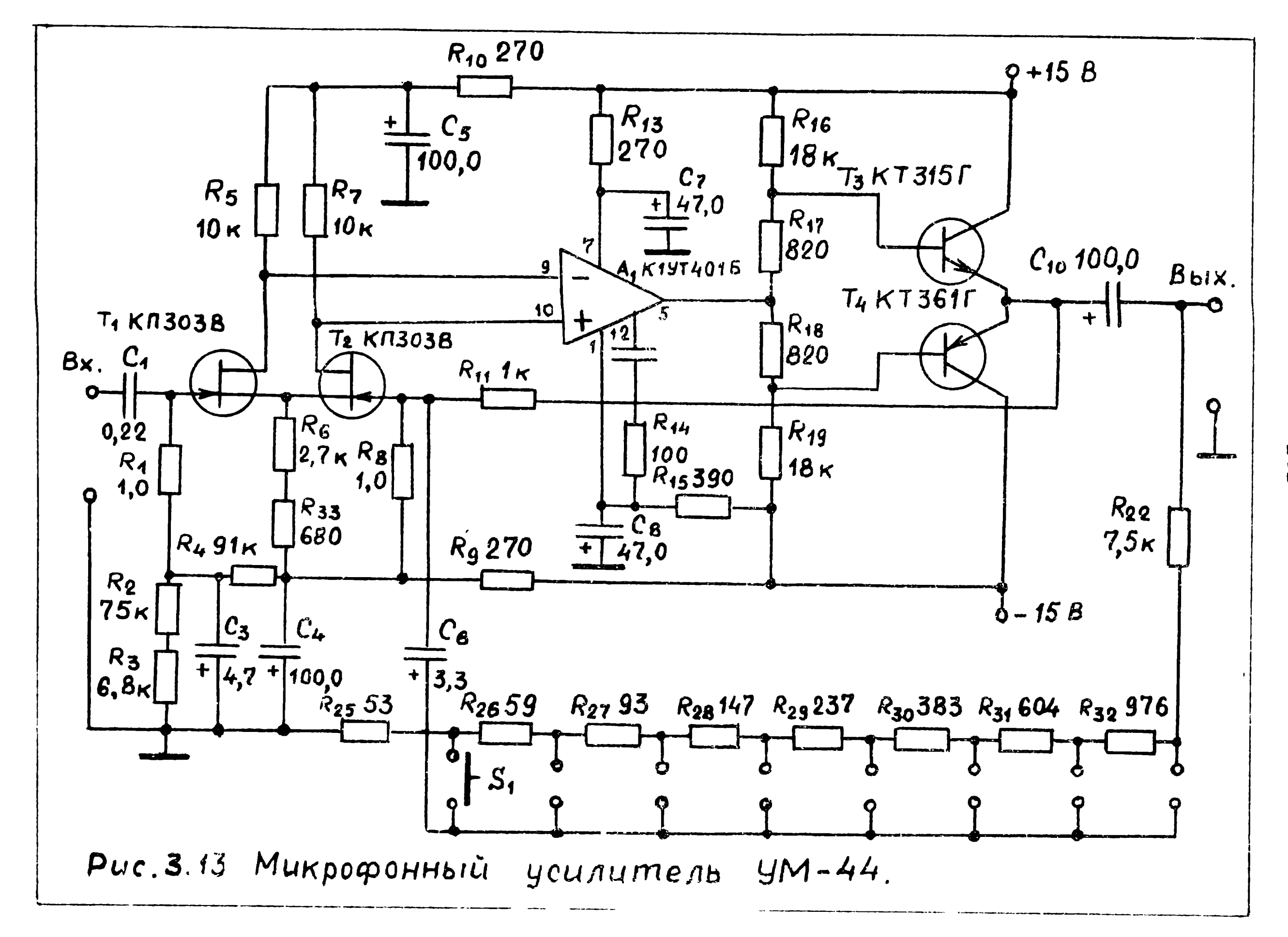


Рис. 3.13 Микрофонный усилитель УМ-44.

КТ315 - КТ361. Выходной каскад обеспечивает номинальное выходное напряжение 4 В на нагрузке 600 Ом.

Усилитель охвачен глубокой отрицательной обратной связью по постоянной составляющей, обеспечивающей стабильность работы. Вторая цепь обратной связи, подключенная через разделительные конденсаторы, воздействует только на звуковой сигнал.

Ее глубина может изменяться, обеспечивая изменение коэффициента усиления ступенями через 4 дБ. Изменение глубины обратной связи осуществляется переключателем S_1- ДГЗ-8П2Н, установленным в непосредственной близости от печатной платы усилителя.

Усилитель У-131 предназначен для усиления звуковых сигналов во входных и групповых кассетах. В усилителе имеется сигнализатор перегрузки. Пороговое напряжение сигнализатора перегрузки составляет 4 В, т.е. соответствует максимальному входному напряжению усилителя. Длительность прямоугольных импульсов на выходе сигнализатора составляет 200±80 мс. Сигнализатор срабатывает при длительности перегрузки не менее 10 мс и вырабатывает импульсы в течение 2 с.

Смесительный усилитель У-130 предназначен для суммирования звуковых сигналов на выходе коммутатора каналов, в частности, на выходе коммутаторов индивидуальных и групповых кассет в пультах звукорежиссера П-62 и П-71. Усилитель может работать без инверсии и с инверсией фазы входного сигнала.

Максимальное количество смешиваемых каналов - 24 шт. Коэффициент передачи сигналов в каждом из каналов составляет 1(0 дБ). Максимальное выходное напряжение достигает 4 В.

Схема смесительного усилителя У-130 приведена на рис.3.14. Усилитель выполнен на двух операционных усилителях К1УТ401Б с дополнительным двухтактным выходным каскадом на транзисторах T_1 - КТ315Г и T_2 - КТ361Г.

Каждый операционный усилитель охвачен параллельной отрицательной обратной связью через резисторы R_1 и R_6 соответственно.

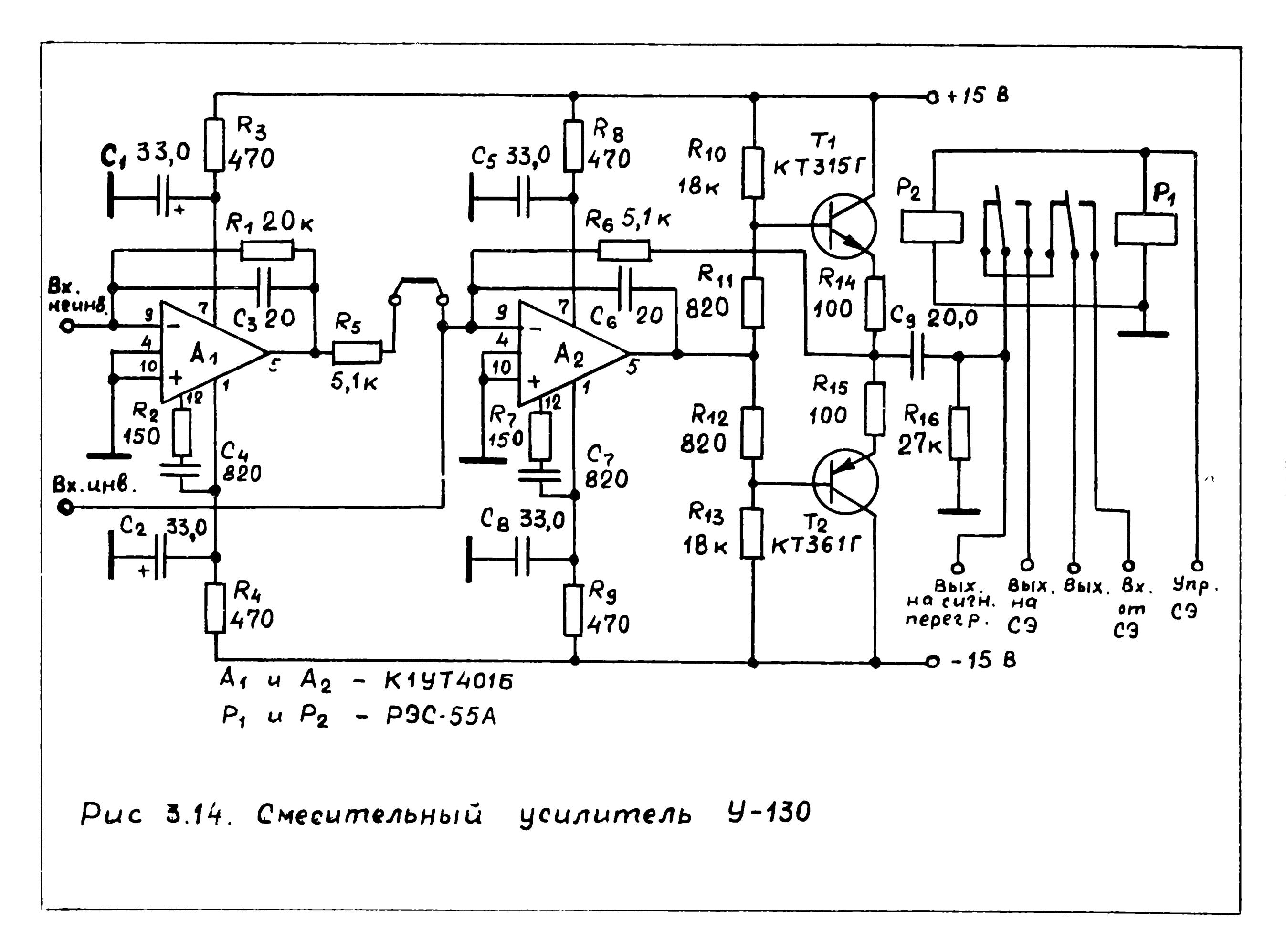


Рис 3.14. Смесительный усилитель У-130

Коэффициент передачи первого операционного усилителя A_I определяется отношением сопротивления обратной связи R_I к любому из суммирующих сопротивлений, установленных в коммутаторе. Так как сопротивление обратной связи R_I и суммирующие сопротивления выбраны одинаковой величины, то коэффициент передачи первого каскада на A_I равен единице. Коэффициент передачи второго каскада на A_2 вместе с выходным каскадом на $T_I T_2$ также равен единице, вследствие равенства сопротивлений резисторов R_5 и R_6.

Таким образом, общий коэффициент передачи каждого из суммирующих каналов равен единице.

Усилитель может работать с инверсией и без инверсии фазы. Для этого предусмотрены 2 входа. При подаче сигнала на инвертирующий вход необходимо отпаять перемычку ТП, а номинал резистора R_6 заменяется на 20 кОм вместо 5,I кОм.

Суммирующие сопротивления каналов, сигналы которых должны быть смешаны, соединяются с общей входной шиной в коммутаторе и подаются на инвертирующий вход сумматора одним проводом. С выходного каскада суммарный сигнал через разделительный конденсатор C_9 и контакты реле P_I и P_2 подается на основной выход усилителя.

С помощью реле P_I и P_2 можно выходной сигнал подать также на устройства спецэффектов СЭ.

<u>Выходной усилитель У-II7</u> предназначен для усиления звуковых сигналов высокого уровня и используется в качестве основного выходного усилителя в кассетах пультов звукорежиссера.

Максимальное входное и выходное напряжения усилителя составляют 4 В (+I4 дБн). Входное сопротивление усилителя не менее 5 кОм, номинальное сопротивление нагрузки усилителя не менее 5 кОм, номинальное сопротивление нагрузки 600 Ом.

Усилитель У-II7 состоит из двух независимых усилителей: первого усилителя, обеспечивающего разветвление звукового сигнала на 2 несимметричных выхода, и второго усилителя с симметричным выходом, используемым для подачи сигнала на запись (рис.3.I5.).

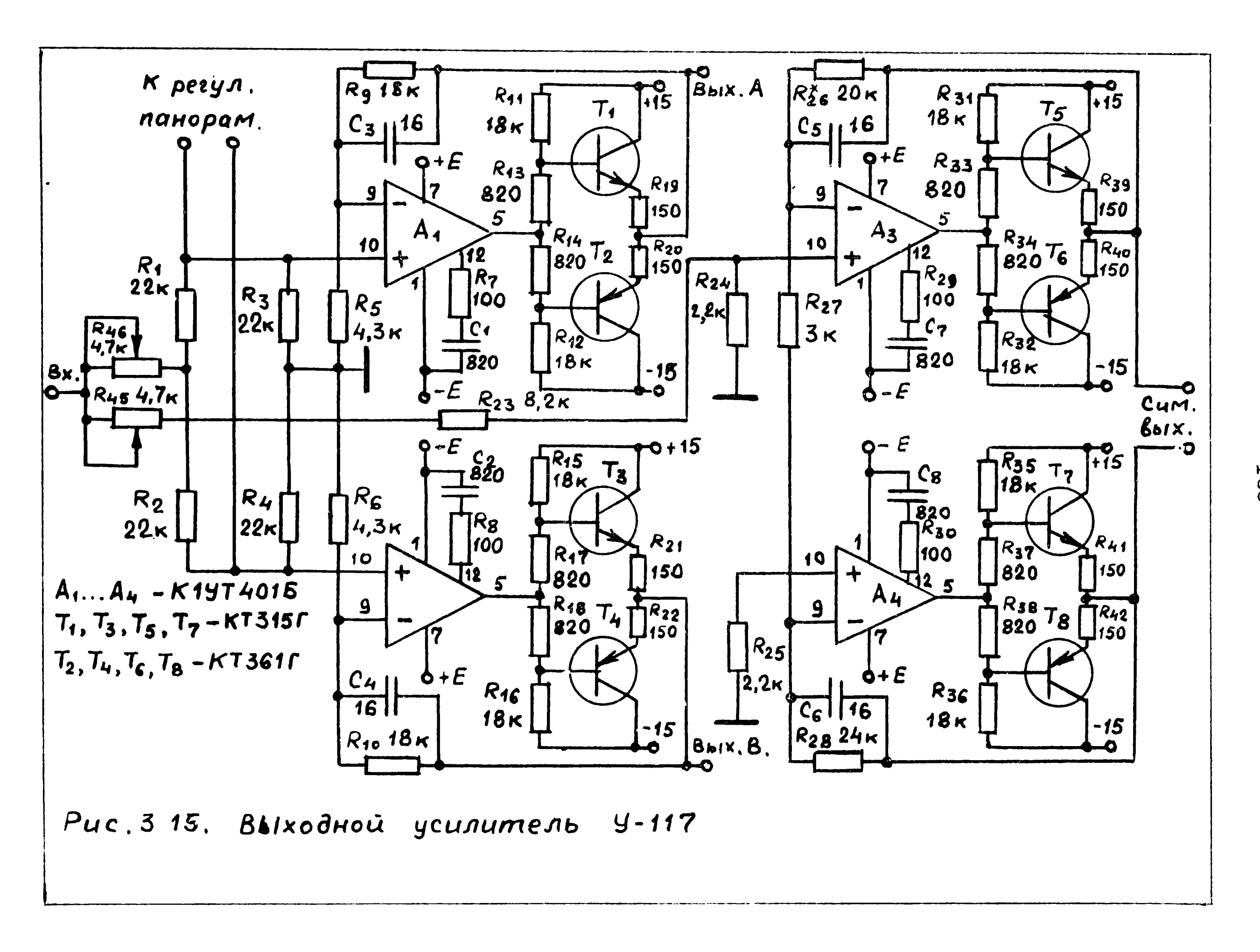


Рис. 3 15. Выходной усилитель У-117

Первый усилитель выполнен на двух операционных усилителях A_1 и A_2 типа К140УД1Б с дополнительными выходными каскадами на транзисторах $T_1 \div T_4$ типа КТ315Г и КТ361Г. Входной сигнал подается на усилитель через подстроечный резистор R_{46}. На входе усилителя включен мост из четырех резисторов $R_1 \div R_4$, в диагональ которого включен регулятор панорамирования в виде потенциометра $R_п$. Поэтому этот усилитель называется усилителем панорамного регулятора.

При среднем положении движка регулятора панорамирования входной сигнал приходит ко входам двух каналов с одинаковым ослаблением, поэтому в канале "А" и в канале "В" сигналы равны.

Перемещение движка регулятора в одно из крайних положений уменьшает сигнал до 60 дБ на одном из выходов и увеличивает его на 3 дБ на другом.

Соотношения между величинами сопротивлений плеч моста и величина сопротивления потенциометра $R_п$ выбраны такими, чтобы в процессе панорамирования суммарная мощность на выходе двух каналов оставалась постоянной.

Второй усилитель с несимметричным входом и симметричным выходом выполнен на двух операционных усилителях A_3 и A_4 типа К140УД1Б и четырех транзисторах $T_5 \div T_8$ типа КТ315Г, КТ361Г.

Входной сигнал поступает через подстроечный резистор R_{45} и делитель R_{23} R_{24} на неинвертирующий вход A_3 и через общий для обоих плеч усилителя резистор R_{27} подается на инвертирующий вход A_4. Сигналы между выходами усилителя и общим проводом оказываются одинаковыми по величине и противоположными по фазе. Равенство величин сигналов на выходах достигается соответствующим выбором параметров цепей обратной связи обоих плеч усилителя, т.е. резисторов R_{26}, R_{27} и R_{28}.

<u>Выходной усилитель У-132</u> имеет минимальный коэффициент передачи 1 дБ, максимальный - не менее 5 дБ. Максимальное выходное напряжение усилителя составляет 5,6 В. Номинальное сопротивление нагрузки 50 Ом. Неравномерность АЧХ в диапазоне 30÷15000 Гц не более ± 0,2 дБ. Коэффициент гармоник не более 0,2%. Напряжение шумов и фона не более 25 и 15 мкВ соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юшкявичюс Г.З. Проблемы формирования и распределения программ телевидения и радиовещания. Электросвязь, 1977, № 11, с.17-21.

2. Юшкявичюс Г.З., Хлебников В.И., Никонов А.В. Направления развития стереофонического радиовещания в СССР. Электросвязь, 1984, № 10, с.6-12.

3. Бельский В.Н., Никонов А.В., Чурилин В.В. Структура звуковых трактатов радиодомов и телецентров. Радио и телевидение ОИРТ, 1973, № 6, с.36-43.

4. Глухов А.А. Основы звукового вещания. М.,изд.Связь, 1977.

5. Городников А.С., Никонов А.В., Чурилин В.В. Направления и проблемы развития стереовещания в СССР. Техника средств связи, серия ТРПА, 1982, вып.1, с.99-104.

6. Горон И.Е. Радиовещание. М., изд.Связь, 1979.

7. ГОСТ 11515-75. Каналы и тракты звукового вещания. Классы. Основные параметры качества.

8. ГОСТ 21185-75. Измерители уровня квазипиковые. Типы и основные параметры. Методы испытаний.

9. ГОСТ 23107-78. Тракты звукового вещания. Методы измерений основных параметров качества трактов формирования программ.

10. Грушкович Г. Студийная электроакустическая аппаратура специального назначения, выпускаемая национальным предприятием Тесла-Электроакустика. Сборник докладов. Братислава, 1980, с.3-20.

11. День радио. Редакционно-издательский отдел Центра научного программирования Гостелерадио СССР. М., изд.Искусство, 1984 г.

12. Ефимов А.П. Радиовещание. М., изд."Связь", 1975г.

13. Комплекс универсального звукового технологического оборудования системы ФИТ-ИС для радиодомов. Проспект завода БЕАГ, Будапешт, 1979 г.

14. Кудрин И.Г. Техническое оснащение аппаратных звукозаписи и вещания. Труды ВНИИТР, 1972, вып.2/21/, с.292-314.

15. Кудрин И.Г. Устройства шумоподавления в звукозаписи. М., Энергия, 1977 г.

16. Кууск Р.А., Устинова Л.Б. Усилители звукового тракта для студийного оборудования третьего поколения. Техника средств связи, серия ТРПА, 1977, вып.2, с.59-71.

17. Молодая Н.Т., Папернов Л.З. Аппаратура студийных трактов и систем звукоусиления. М., изд."Связь", 1964.

18. Некрасов Б.В., Никонов А.В., Федорова Т.М. Тенденции совершенствования измерителей уровня звуковых сигналов. Техника кино и телевидения, 1983, № 6, с.37-43.

19. Неманов В.С. Звуковое оборудование радиодомов и телецентров третьего поколения. Техника средств связи, серия ТРПА, 1977, вып.2, с.3 - 19.

20. Никонов А.В., Есаков В.Ф. Автоматические регуляторы уровня радиовещательных сигналов. М., изд."Радио и связь", 1983.

21. Никонов А.В., Папернов Л.З. Измерители уровня звуковых сигналов. М., изд."Радио и связь", 1981 г.

22. Оборудование звукового аппаратно-студийного блока цветного телевидения. Техническое описание ИЩ1. 105.035 ТО, Л.,1977.

23. Пульт звукорежиссера П-71. Техническое описание ИЩ2. 390.196 ТО,Л.,1977.

24. Рузанов И.В., Никонов А.В., Чурилин В.В. Современное стереофоническое студийное оборудование. Электросвязь, 1984, № 10, с.26-30.

25. Устинова Л.Б., Кууск Р.А. Специализированные функциональные узлы для студийных звуковых трактов. Техника средств связи, серия ТРПА, 1977, вып.2, с.46-58.

26. Юркович К. Звуковые режиссерские устройства Тесла нового поколения. Сборник докладов. Братислава, 1980, с.21-37.

СОДЕРЖАНИЕ

ВСЕСОЮЗНЫЙ ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
РАБОТНИКОВ ТЕЛЕВИДЕНИЯ И РАДИОВЕЩАНИЯ

Редакционно-издательский отдел

А.В.НИКОНОВ

ЗВУКОРЕЖИССЕРСКИЕ МИКШЕРНЫЕ ПУЛЬТЫ

Технический редактор Г.И.Яковлева   Корректор Е.Л.Копелева

Л-62545. Подписано в печ. 13.01.86. Формат 60x84/16. Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Печ.л. 6,5. Уч.изд.л. 3,8.
Тираж - 425 экз. Заказ № 2836 Изд. № 63. Цена 25 коп.

Типография ГКТР
113326, г.Москва, ул.Пятницкая, д. 25

Цена 25 коп.